



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECANICA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**EL AGUA DE RIEGO Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN
AGRÍCOLA DE UN TERRENO EN LA PARROQUIA SANTA ROSA DE
LA CIUDAD DE AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**

AUTOR: DIEGO SALTOS SALAZAR

TUTOR: ING. GERMÁN ANDA

AMBATO – ECUADOR 2011

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINAS
CAPÍTULO I	1
1.- El Problema de investigación	1
1.1.-Tema	1
1.2.- Planteamiento del problema	1
1.2.1.- Contextualización del problema	1
1.2.2.- Análisis Crítico	3
1.2.3.- Prognosis	3
1.2.4.- Formulación del Problema	3
1.2.5.- Preguntas Directrices	4
1.2.6.- Delimitación del objeto de investigación	4
1.2.6.1- Delimitación de contenido	4
1.2.6.2.- Delimitación Temporal	4
1.2.6.3.- Delimitación Espacial	4
1.3.- Justificación	5
1.4.- Objetivos	5
1.4.1.- Objetivo General	5
1.4.2.- Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II	6
2.- Marco teórico	6
2.1.- Antecedentes Investigativos	6
2.2.- Fundamentación Filosófica	7
2.3.- Fundamentación legal	7
2.4.- Red de Categorías Fundamentales	18
2.4.1.- Riego	18
2.4.2.- Métodos de riego	18
El riego por inundación	19
El regadío por surcos	19
El regadío con aspersores	19
Sistemas estacionarios	19
Sistema móvil	19
Sistema semifijo	20
Sistema fijo o de cobertura total	20
Sistemas mecanizados	20
Riego con difusores	20
El regadío por goteo	21
Riego subterráneo	21
2.4.3.- Canales de riego	22

2.4.4.- Sistemas de riego	22
Estación de riego	22
Tubería principal	22
Tubería secundaria	22
Tubería terciaria	23
Laterales de riego	23
2.4.5.- Partes constitutivas de un sistema de riego por aspersión	23
Captación	23
Conducción	23
Almacenamiento	23
Distribución	23
2.4.6.- Estudios fundamentales	23
Estudios hidrológicos y climáticos	23
Estudios topográficos	24
Balance hídrico	24
Estudios Hidráulicos y Estructurales	24
2.4.7.- Humedad relativa	24
2.5.- Hipótesis	25
2.5.1.- Variables de estudio	25
Variable Independiente	25
Variable Dependiente	25
CAPÍTULO III	26
3.- Metodología	26
3.1.- Enfoque	26
3.2.- Modalidad y tipo de investigación	26
3.2.1.- Modalidad de investigación	26
3.2.2.- Tipos de investigación	26
3.3.- Población y muestra	27
3.4.- Operacionalización de variables	28
3.4.1.- Variable independiente	28
3.4.2.- Variable dependiente	28
3.5.- Técnicas de recolección de información	29
3.6.- Procesamiento y análisis	30
3.6.1.- Plan de procesamiento de la información	30
CAPÍTULO IV	31
4.- Análisis e interpretación de resultados	31
4.1.- Análisis de los resultados	31
4.1.1.- Encuesta sobre cuidado ambiental, factibilidad de los sistemas y posibilidad económica	31
4.2.- Verificación de la hipótesis	42

4.- Análisis e interpretación de resultados	42
4.3.- Marco Administrativo	42
4.3.1.- Recursos	42
4.3.1.1.- Recursos institucionales	42
4.3.1.2.- Recursos humanos	43
4.3.1.3.- Recursos materiales	43
4.3.1.4.- Recursos financieros	44
4.3.1.4.1.- Presupuesto elaboración de tesis	44
4.3.1.4.2.- Financiamiento	45
4.3.2.- Cronograma	45
4.4.- Bibliografía	46
CAPÍTULO V	47
Conclusiones	47
Recomendaciones	48
CAPÍTULO VI	49
6.- Propuesta	49
6.1.- Datos informativos	49
6.1.1.- Demanda hídrica del sistema Chiquicahua	54
6.1.2.- Conflictos en el manejo actual del agua en la parte baja del páramo en la provincia de Tungurahua	57
6.2.- Antecedentes de la propuesta	58
6.3.- Justificación	59
6.4.- Objetivos	61
6.4.1.- Objetivos generales	61
6.4.2.- Objetivos específicos	62
6.5.- Análisis de factibilidad	62
6.5.1.- Adopción del patrón de cultivos	64
6.5.2.1.- Plan de cultivos	66
6.6.- Fundamentación	66
6.6.1.- Características del riego por aspersión	66
6.6.1.2.- Ventajas del riego por aspersión	67
6.6.1.3.- Inconvenientes de la aspersión	70
6.6.2.- Recomendaciones generales	71
6.6.3.- Perspectivas de la aspersión	73
6.6.4.- Mano de obra	73
6.6.5.- Instalaciones y sistemas de riego por aspersión	75
6.6.5.1.- Instalaciones	75
6.6.5.2.- Grupos de bombeo	76
6.6.5.3.- Tuberías	76
6.6.5.4.- Aspersores	79

6.6.6.- Sistemas de riego por aspersión	81
6.6.6.1.- Sistemas móviles	81
6.6.6.2.- Sistemas semimóviles	82
6.6.6.3.- Sistemas fijos	83
6.6.6.4.- Sistemas mecanizados	85
6.6.7.- Proyecto de riego por aspersión	86
6.6.7.1- Clases agrológicas	87
6.6.7.1.1- Clases de tierras	87
6.6.8.- Cultivo del Brócoli	87
6.6.8.1.- Origen	87
6.6.8.2.- Taxonomía y morfología	88
6.6.8.3.- Fases del Cultivo	88
6.6.8.4.- Requerimientos edafoclimáticos	89
6.6.8.5.- Variedades	90
6.6.8.6.- Particularidades del cultivo	91
6.6.8.6.1.- Preparación del terreno	91
6.6.8.6.2.- Siembra	91
6.6.8.6.3.- Trasplante	91
6.6.8.6.4.- Riego	92
6.6.8.6.5.- Abonado	92
6.6.8.6.6.- Recolección	92
6.6.9.- Tecnología de producción	93
6.6.10.- Postcosecha	94
6.6.11.- Valor nutricional	95
6.6.12.- Uso actual del suelo	95
6.7.- Metodología. Modelo operativo	99
6.7.1.- Requerimientos Hídricos del Brócoli	99
6.7.1.1.- Ecuación Penman-Monteith	99
6.7.2.- Requerimiento Hídrico para la Fase inicial	100
6.7.3.- Requerimiento Hídrico para la Fase de desarrollo vegetativo	103
6.7.4.- Requerimiento Hídrico para la Fase de salida de pellas	104
6.7.5.- Requerimiento Hídrico para la Fase final	105
6.7.6.- Adopción y diseño de las obras civiles	106
6.7.6.1.- Captación de la acequia Chiquicahua	107
6.7.6.1.1.- Tubería de ingreso al reservorio	108
6.7.6.1.2.- Ejemplo del cálculo de la captación de agua para conducirla al reservorio como si se tratara de una toma lateral	110
6.7.6.2.- Diseño del estanque de reserva	114
6.7.6.2.1.- Cálculo del volumen total del estanque por las secciones asumidas	122
6.7.6.2.2.- Sistema de salidas del estanque	125
6.7.6.3.- Adopción y diseño de las tubería principal y secundarias móviles	125

6.7.6.3.1.- Cálculos para determinar la presión total del sistema para posteriormente elegir el equipo de bombeo	126
6.7.6.3.1.1.- Pérdidas primarias	126
6.7.6.3.1.1.1.- Líneas secundarias	126
6.7.6.3.1.1.2.- Línea principal o de impulsión	128
6.7.6.3.1.1.3.- Línea de Succión	128
6.7.6.3.1.2.- Pérdidas secundarias	129
6.7.6.3.1.2.1.- Línea secundaria	129
6.7.6.3.1.2.2.- Línea Succión	130
6.7.6.3.1.2.3.- Línea de impulsión	131
6.7.6.3.2- Presión Total	131
6.7.6.3.2.1.- Elección del Equipo de bombeo	132
6.7.6.3.2.2.- Comprobación de la potencia requerida	133
6.7.6.4.- Aspersores	133
6.7.6.4.1.- Arreglo de los aspersores	134
6.7.6.4.2.-Tasa de aplicación de agua para aspersores	136
6.7.6.4.3.- Caudal total absorbido por los aspersores	137
6.7.6.4.4.- Construcción y el funcionamiento de este dispositivo	137
6.7.6.4.5.- Presión, orificio, gotas y descarga	138
6.7.6.5.- Equipos de control y medida	138
6.7.6.5.1.- Válvulas	138
6.7.6.5.2.- Válvula de pie	138
6.7.6.5.3.- Válvula de retención	139
6.7.6.5.4.- Medidor	139
6.7.6.5.5.- Manómetro	140
6.7.6.5.6.- Filtros	140
6.8.- Administración	141
6.8.1.- Operación y mantenimiento	141
6.8.2.- Volúmenes de obra	141
6.8.3.- Precios Unitarios	144
6.8.4.- Presupuesto	164
6.8.5.- Cronograma	165
6.9.- Previsión de la evaluación	166
6.9.2.- Estudio de impacto ambiental	174
6.9.2.1.- Introducción	174
6.9.2.2.- Objetivos del estudio de impacto ambiental	175
6.9.2.3.- Metodología de evaluación de impacto ambiental y mitigación	175
6.9.2.3.1.- Alteraciones en el ciclo hidrológico natural y/o cuenca	176
6.9.2.3.2.- Alteraciones por acciones Antrópicas	178
6.9.2.3.3.- Alteraciones del recurso hídrico	179
6.9.2.3.4.- Alteraciones afines al manejo del sistema	180

6.10.- Análisis económico	181
6.10.1.- Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)	183
6.10.2.- Cálculo del tiempo en que se recuperará la inversión inicial	185
1.- Bibliografía	187
2.- Anexos	188

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINAS
TABLA 1 Sistema Chiquicahua	56
TABLA 2 Valor nutricional del brócoli	95
TABLA 3 Tungurahua: superficie por categorías de uso del suelo	97
TABLA 4 Principales cultivos del Ecuador	98
TABLA 5 Coeficiente Kc para las diferentes etapas del brócoli	100
TABLA 6 Requerimiento hídrico del brócoli para una hectárea	106
TABLA 7 Valores de C de Hazen Williams para diferentes tipos de materiales	126
TABLA 8 Valores de K para diferentes accesorios	129
TABLA 9 Resumen Volúmenes de obra	143
TABLA 10 Resumende impactos ambientales	181
TABLA 11 Comparación costos de producción	183
TABLA 12 Valoresdel flujo neto efectivo	184

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PÁGINAS
Gráfico 1 Respuestas pregunta 1	31
Gráfico 2 Respuestas pregunta 2	32
Gráfico 3 Respuestas pregunta 3	33
Gráfico 4 Respuestas pregunta 4	34
Gráfico 5 Respuestas pregunta 5	35
Gráfico 6 Respuestas pregunta 6	36
Gráfico 7 Respuestas pregunta 7	37
Gráfico 8 Respuestas pregunta 8	38
Gráfico 9 Respuestas pregunta 9	39
Gráfico 10 Respuestas pregunta 10	40

Gráfico 11 Respuestas pregunta a técnicos	41
Gráfico 12 Mapa Tungurahua	50
Gráfico 13 Vista Satelital de Tungurahua	51
Gráfico 14 Mapa Santa Rosa	52
Gráfico 15 Planta de la excavación cajón de captación	108
Gráfico 16 Captación lateral	111
Gráfico 17 Vista en corte del estanque	118
Gráfico 18 Ángulo de talud	118
Gráfico 19 Sección lateral estanque	120
Gráfico 19 Sección lateral del estanque	113
Gráfico 20 Sección lateral del estanque	121
Gráfico 21 Secciones asumidas. Vista en planta del reservorio	122
Gráfico 22 Pendiente	122
Gráfico 23 Vista en corte a lo largo del reservorio	123
Gráfico 24 Altura ancho y largo del espejo de agua	124
Gráfico 25 Detalle sistema de salidas	125
Gráfico 26 Arreglo en cuadrado	135
Gráfico 27 Arreglo de aspersores	135
Gráfico 28 Ángulo y corte de talud	142

CAPÍTULO I

El Problema de investigación

1.1-Tema

El agua de riego y su incidencia en la producción agrícola de un terreno en la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

1.2.- Planteamiento del problema

1.2.1.- Contextualización del problema

En todo el Globo Terrestre y desde tiempos inmemoriales, el ser humano ha buscado mejorar su forma de vida y satisfacer sus necesidades básicas. Lo que se ha venido corroborando desde las antiguas civilizaciones, en donde al lograr distribuir mejor su tiempo, el individuo se dedicó a desarrollar técnicas como la implementación de sistemas de riego, que le permitieron mejorar su producción agrícola, y por ende su calidad de vida.

Sin embargo, hoy nos damos cuenta que el agua de riego es un recurso muy frágil, de cuya distribución racional depende un equilibrio armónico con el medio ambiente.

En la actualidad una inmensa variedad de plantas cultivadas pretenden satisfacer las necesidades alimenticias en Latinoamérica y el mundo, con la gran demanda existente de productos agrícolas y sin un uso inteligente de los recursos, se estará lapidando las tierras de cultivo existentes y se tendrá que recurrir a extensiones mayores de campo para la agricultura, deforestando y cambiando negativamente las condiciones ambientales de paramos y bosques. Casi en todas las regiones de

américa se cultivan en gran número maíz, fréjol y papa (por mencionar algunos productos), estas plantaciones se deben adaptar a las distintas condiciones ambientales. Es por esto que los proyectos hidro-agrícolas han tenido un repunte sustancial en la contribución de mejoras en la productividad. Es por ello que en zonas áridas o semiáridas el regadío, aparece como una técnica de cultivo que tiene la peculiaridad de que aporta agua a las plantas de forma regular, además la construcción de presas y demás infraestructura ha permitido el cultivo de regadío en grandes extensiones.

En Ecuador afortunadamente se comprendió, desde hace pocos años atrás, que es sumamente importante el desarrollo de una agricultura sostenible, la que requiere de prácticas tecnificadas de cultivo y por supuesto buen manejo del agua. No obstante, todavía queda mucho por hacer en materia de agricultura y riego tecnificado consciente con el medio ambiente, con esto me refiero a que se siguen presentando problemas de desperdicio y mal utilización del agua de riego, respondiendo a varios factores como: falta de capital para invertir en la tecnificación del regadío en terrenos agrícolas, desconocimiento de la población sobre obras de riego tecnificado, factores culturales, entre otros.

En la provincia de Tungurahua la distribución del agua por parte del agricultor determinó un problema a resolver, pues no se la realizaba de una manera sistemática y ordenada, para que los sembríos se desarrollen de mejor manera y los agricultores obtengan el máximo beneficio con costos mínimos en infraestructura. Por otro lado las condiciones biofísicas de la provincia, con precipitaciones promedio de 542 mm/año en las zonas bajas y el crecimiento poblacional, incrementan la demanda del recurso hídrico, sobre todo para el uso agropecuario. Por lo que se justifica una política que resuelva esta problemática, aún más si consideramos que de la población económicamente activa, una gran parte se dedica a actividades vinculadas con este sector.

En la mayor parte de poblaciones de la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato, aún se sigue realizando la irrigación de los terrenos de la forma ancestral,

inundando los terrenos o por surcos, causando un desperdicio inminente del recurso y al mismo tiempo obteniendo una producción deficiente, acciones que por supuesto, colaboran con la saturación y anegación de los terrenos, ocasionando un impacto considerable en el terreno agrícola.

1.2.2- Análisis Crítico

Debido al inminente cambio climático y mayor requerimiento de agua (apta para el consumo humano y riego) es menester primordial optimizar el uso de este recurso con la implementación de sistemas de riego, que incidan en la producción no solo de la provincia de Tungurahua sino del país. Para aprovechar estos recursos de mejor manera, se debe diseñar, según sea el caso, redes de conducción y sistemas de riego de acuerdo a las necesidades del terreno y del campesino.

Por otro lado los terrenos de la parroquia Santa Rosa poseen un suelo innegablemente fértil, dedicados en gran parte a la producción agrícola, pero que podrían mejorar su rendimiento con la tecnificación de los procesos agrarios.

1.2.3.- Prognosis

Al no implantarse un sistema de riego por aspersión u otro sistema de riego en los terrenos en cuestión, se seguirá administrando el agua de una manera poco práctica y se contribuirá a que la agricultura del país no sea sostenible y no represente el desarrollo económico que debe suponer hoy por hoy el agro ecuatoriano.

1.2.4.- Formulación del Problema

¿Cómo se realizará la irrigación de un terreno agrícola en la parroquia Santa Rosa de la Ciudad de Ambato, para optimizar la utilización del recurso agua?

1.2.5.- Preguntas Directrices

¿Qué parámetros serán tomados en cuenta para el diseño de un sistema de riego?

¿De qué manera se controlará el volumen de líquido a utilizarse?

¿Qué garantiza la tecnificación deseada?

¿Cuál es el costo de implementación de la tecnificación por hectárea?

1.2.6.- Delimitación del objeto de investigación

1.2.6.1- Delimitación de contenido

La irrigación de un terreno agrícola, que se hará a partir de la implementación de un sistema de riego por aspersión o por goteo, está enmarcada por cátedras como Proyectos hidráulicos, es decir la Hidráulica en sí.

1.2.6.2.- Delimitación Temporal

El presente proyecto de estudios preliminares para la irrigación de un terreno, se llevará a cabo entre los meses de marzo – julio del presente año.

1.2.6.3.- Delimitación Espacial

La investigación contará con estudios de campo que se realizarán en el sector denominado Miñarica – San Vicente –Yaculoma de la parroquia Santa Rosa del cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Cierta información preliminar se obtendrá del SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua) e INAR (Instituto Nacional de Agua de Riego). De igual forma para los ensayos de laboratorio que se deban ejecutar, se

contará con los recursos humanos y materiales de los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato.

1.3.- Justificación

La economía de quienes administran los terrenos en los que se implementará un sistema de irrigación, se desarrollará de manera sustentable y la factibilidad de su ejecución radica en que al tecnificarse los procesos agrícolas, la producción mejorará y aportará con el desarrollo económico del país. De igual forma es importante estar a la par de las nuevas tecnologías en el campo agrícola, para que de esta manera se consiga un manejo óptimo de los recursos con la menor inversión posible.

1.4.- Objetivos

1.4.1.- Objetivo General

Desarrollar el proyecto técnico, en el que se plasme el diseño de un sistema de riego y refleje también la descripción de los procesos de tecnificación de la irrigación del terreno agrícola.

1.4.2.- Objetivos Específicos

1. Determinar el sistema de riego adecuado para la zona.
2. Calcular los diferentes parámetros hidráulicos necesarios.
3. Examinar la topografía del terreno.
4. Definir un mecanismo de control del volumen de líquido a utilizarse.
5. Determinar el costo promedio típico para una hectárea.

CAPÍTULO II

2.- Marco teórico

2.1.- Antecedentes Investigativos

En la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se pueden encontrar como fuente de consulta varios proyectos de investigación previos, como tesis de grado o de seminario, relativos al diseño de sistemas de riego y canales de conducción, entre ellos: la Tesis que lleva como tema: “Diseño del sistema de riego por aspersión para el sector Cooperativa San Vicente de Mulalillo, en la ciudad de Salcedo provincia de Cotopaxi”, presentada en el 2008, de la que como conclusiones se destaca que:

- El uso de sistemas de riego por aspersión permite cultivar productos rentables en diferentes épocas.
- Se adapta a las condiciones de tierra donde es posible aprovechar la topografía del terreno, generando la presión necesaria para el funcionamiento del sistema.

Al igual que la tesis que lleva como tema: “Construcción y funcionamiento de riego por aspersión del programa canales estatales en el sector de Tanicuchí del canal norte cantón Latacunga provincia de Cotopaxi”, presentada en 2006 y cuyas conclusiones más significativas son:

- El riego por aspersión permite incrementar la eficiencia de aplicación del agua de un 40% a un 70%.
- Probabilidades de incrementar el área de riego mediante el sistema de aspersión.
- Se puede aplicar fertirrigación y control fitosanitario combinando los procesos.

Además de dichos estudios se tomarán en cuenta la conceptualización y descripción de ciertos conceptos básicos, para la recopilación de la información necesaria.

2.2.- Fundamentación Filosófica

Es sencillo empaparse de la razón exacta del por qué se debe tecnificar los procesos agrícolas, si se mira desde el enfoque de desarrollo sostenible, de igual modo la superación social envuelta intrínsecamente, es apoyada y sustentada por este estudio.

2.3.- Fundamentación legal

De la constitución elaborada en Montecristi Manabí en el año 2008, cabe destacar lo estipulado en la Mesa encargada de los recursos naturales y biodiversidad, de lo que se recalca la Sección Quinta: Agua; con sus artículos:

Art. 13. El derecho al agua es un derecho humano fundamental e irrenunciable. Es patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 14. Se garantiza la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar a la calidad, cantidad de agua y equilibrio de los ecosistemas, especialmente en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios para el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 15. El sistema nacional de gestión del agua cooperará y coordinará con el sistema nacional de gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con enfoque ecosistémico.

La autoridad a cargo del sistema nacional de gestión del agua será responsable de la planificación, regulación y control, en los términos establecidos mediante ley.

En lo concerniente a la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, dada por Ley s/n, publicada en Registro Oficial. Suplemento 583 de 5 de Mayo del 2009, debo subrayar los artículos descritos a continuación, que se encuentran en el Título II: “Acceso a los factores de producción alimentaria”. Capítulo I llamado “Acceso al agua y a la tierra”.

Art. 5. Acceso al Agua.- el Acceso y uso del agua como factor de productividad se regirá por lo dispuesto en la Ley que trate los recursos hídricos, su uso y aprovechamiento, y en los respectivos reglamentos y normas técnicas.

El uso del agua para riego, abrevadero de animales, acuacultura u otras actividades de la producción de alimentos, se asignará de acuerdo con la prioridad prevista en la norma constitucional, en las condiciones y con las responsabilidades que se establezcan en la referida ley.

Art. 6. Acceso a la tierra.- el uso y acceso a la tierra deberá cumplir con la función social y ambiental.

La función social de la tierra implica la generación de empleo, la redistribución equitativa de ingresos, la utilización productiva y sustentable de la tierra. La función ambiental de la tierra implica que ésta procure la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas; que permita la conservación y manejo integral de cuencas hidrográficas, áreas forestales, bosques, ecosistemas frágiles como humedales, páramos y manglares, que respete los derechos de la naturaleza y del buen vivir; y que contribuya al mantenimiento del entorno y del paisaje.

La ley que regule el régimen de propiedad de la tierra permitirá el acceso equitativo a ésta, privilegiando a los pequeños productores y a las mujeres

productoras jefas de familia; constituirá el fondo nacional de tierras; definirá el latifundio, su extensión, el acaparamiento y concentración de tierras, establecerá los procedimientos para su eliminación y determinará los mecanismos para el cumplimiento de su función social y ambiental. Así mismo, establecerá los mecanismos para fomentar la asociatividad e integración de las pequeñas propiedades. Además, limitará la expansión de áreas urbanas en tierras de uso o vocación agropecuaria o forestal, así como el avance de la frontera agrícola en ecosistemas frágiles o en zonas de patrimonio natural, cultural y arqueológico, de conformidad con lo que establece el Art. 409 de la Constitución de la República.

En el Capítulo II: “Protección de la agrobiodiversidad”, se encuentran los artículos:

Art. 7. Protección de la agrobiodiversidad.- el Estado así como las personas y las colectividades protegerán, conservarán los ecosistemas y promoverán la recuperación, uso, conservación y desarrollo de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella. Las leyes que regulen el desarrollo agropecuario y la agrobiodiversidad crearán las medidas legales e institucionales necesarias para asegurar la agrobiodiversidad, mediante la asociatividad de cultivos, la investigación y sostenimiento de especies, la creación de bancos de semillas y plantas y otras medidas similares así como el apoyo mediante incentivos financieros a quienes promuevan y protejan la agrobiodiversidad.

Art. 8. Semillas.- el Estado así como las personas y las colectividades promoverán y protegerán el uso, conservación, calificación e intercambio libre de toda semilla nativa. Las actividades de producción, certificación, procesamiento y comercialización de semillas para el fomento de la agrobiodiversidad se regularán en la ley correspondiente.

Las semillas, plantas nativas y los conocimientos ancestrales asociados a éstas constituyen patrimonio del pueblo ecuatoriano, consecuentemente no serán objeto de apropiación bajo la forma de patentes u otras modalidades de propiedad intelectual, de conformidad con el Art. 402 de la Constitución de la República.

Del Título III: “Producción y comercialización agroalimentaria”. Capítulo I: Fomento a la producción, los artículos pertinentes son:

Art. 12. Principios generales del fomento.- los incentivos estatales estarán dirigidos a los pequeños y medianos productores, responderán a los principios de inclusión económica, social y territorial, solidaridad, equidad, interculturalidad, protección de los saberes ancestrales, imparcialidad, rendición de cuentas, equidad de género, no discriminación, sustentabilidad, temporalidad, justificación técnica, razonabilidad, definición de metas, evaluación periódica de sus resultados y viabilidad social, técnica y económica.

Art. 13. Fomento a la micro, pequeña y mediana producción.- para fomentar a los microempresarios, microempresa o micro, pequeña y mediana producción agroalimentaria, de acuerdo con los derechos de la naturaleza, el Estado:

a) Otorgará crédito público preferencial para mejorar e incrementar la producción y fortalecerá las cajas de ahorro y sistemas crediticios solidarios, para lo cual creará un fondo de reactivación productiva que será canalizado a través de estas cajas de ahorro;

b) Subsidiará total o parcialmente el aseguramiento de cosechas y de ganado mayor y menor para los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores, de acuerdo al Art. 285 numeral 2 de la Constitución de la República;

c) Regulará, apoyará y fomentará la asociatividad de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores, de conformidad con el Art. 319 de la Constitución de la República para la producción, recolección, almacenamiento, conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de sus productos. El Ministerio del ramo desarrollará programas de capacitación organizacional, técnica y de comercialización, entre otros, para fortalecer a estas organizaciones y propender a su sostenibilidad;

- d) Promoverá la reconversión sustentable de procesos productivos convencionales a modelos agroecológicos y la diversificación productiva para el aseguramiento de la soberanía alimentaria;
- e) Fomentará las actividades artesanales de pesca, acuicultura y recolección de productos de manglar y establecerá mecanismos de subsidio adecuados;
- f) Establecerá mecanismos específicos de apoyo para el desarrollo de pequeñas y medianas agroindustrias rurales;
- g) Implementará un programa especial de reactivación del agro enfocado a las jurisdicciones territoriales con menores índices de desarrollo humano;
- h) Incentivará de manera progresiva la inversión en infraestructura productiva: centros de acopio y transformación de productos, caminos vecinales; e,
- i) Facilitará la producción y distribución de insumos orgánicos y agroquímicos de menor impacto ambiental.

Art. 14. Fomento de la producción agroecológica y orgánica.- el Estado estimulará la producción agroecológica, orgánica y sustentable, a través de mecanismos de fomento, programas de capacitación, líneas especiales de crédito y mecanismos de comercialización en el mercado interno y externo, entre otros.

En sus programas de compras públicas dará preferencia a las asociaciones de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores y a productores agroecológicos.

Art. 15. Fomento a la Producción agroindustrial rural asociativa.- el Estado fomentará las agroindustrias de los pequeños y medianos productores organizados en forma asociativa.

Del Capítulo II: Acceso al capital e incentivos, son relevantes los siguientes artículos:

Art. 18. Capital.- para desarrollar actividades productivas de carácter alimentario, el Estado impulsará la creación de fuentes de financiamiento en condiciones preferenciales para el sector, incentivos de tipo fiscal, productivo y comercial, así como fondos de garantía, fondos de re-descuento y sistemas de seguros, entre otras medidas. Los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores tendrán acceso preferente y diferenciado a estos mecanismos, de conformidad con el Art. 311 de la Constitución de la República.

Art. 19. Seguro agroalimentario.- el Ministerio del ramo, con la participación y promoción de la banca pública de desarrollo y el sector financiero, popular y solidario, implementarán un sistema de seguro agroalimentario para cubrir la producción y los créditos agropecuarios afectados por desastres naturales, antrópicos, plagas, siniestros climáticos y riesgos del mercado, con énfasis en el pequeño y mediano productor.

Art. 20. Subsidio agroalimentario.- en el caso de que la producción eficiente no genere rentabilidad por distorsiones del mercado debidamente comprobadas o se requiera incentivar la producción deficitaria de alimentos, el Estado implementará mecanismos de mitigación incluyendo subsidios oportunos y adecuados, priorizando a los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores afectados.

En el Capítulo III: Comercialización y abastecimiento agroalimentario, se destacan los artículos:

Art. 21. Comercialización interna.- el Estado creará el Sistema Nacional de Comercialización para la soberanía alimentaria y establecerá mecanismos de apoyo a la negociación directa entre productores y consumidores, e incentivará la eficiencia y racionalización de las cadenas y canales de comercialización. Además, procurará el mejoramiento de la conservación de los productos alimentarios en los procesos de post-cosecha y de comercialización; y, fomentará

mecanismos asociativos de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores de alimentos, para protegerlos de la imposición de condiciones desfavorables en la comercialización de sus productos, respecto de las grandes cadenas de comercialización e industrialización, y controlará el cumplimiento de las condiciones contractuales y los plazos de pago.

Los gobiernos autónomos descentralizados proveerán de la infraestructura necesaria para el intercambio y comercialización directa entre pequeños productores y consumidores, en beneficio de ambos, como una nueva relación de economía social y solidaria.

La ley correspondiente establecerá los mecanismos para la regulación de precios en los que participarán los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores y los consumidores de manera paritaria, y para evitar y sancionar la competencia desleal, las prácticas monopólicas, oligopólicas y especulativas.

El Estado procurará el mejoramiento de la conservación de los productos alimentarios en los procesos de post-cosecha y de comercialización.

La ley correspondiente establecerá los mecanismos para evitar y sancionar la competencia desleal, así como las prácticas monopólicas y especulativas.

Art. 22. Abastecimiento interno.- el Estado a través de los organismos técnicos especializados, en consulta con los productores y consumidores determinará anualmente las necesidades de alimentos básicos y estratégicos para el consumo interno que el país está en condiciones de producir y que no requieren de importaciones.

Art. 23. Comercialización externa.- los Ministerios a cargo de las políticas agropecuarias y de comercio exterior establecerán los mecanismos y condiciones

que cumplirán las importaciones, exportaciones y donaciones de alimentos, las cuales no atentarán contra la soberanía alimentaria.

Además, el Presidente de la República establecerá la política arancelaria que se orientará a la protección del mercado interno, procurando eliminar la importación de alimentos de producción nacional y prohibiendo el ingreso de alimentos que no cumplan con las normas de calidad, producción y procesamiento establecidas en la legislación nacional.

En cuanto a la Mesa 6 de la Asamblea Nacional de Montecristi, encargada del Trabajo, producción e inclusión social sobre Soberanía Alimentaria, se destacan los artículos:

Art. 4. Acceso a la tierra y al riego.- Con la finalidad de hacer efectivo el derecho del pueblo ecuatoriano a la soberanía alimentaria, se prohíbe el latifundio, la concentración y acaparamiento de la tierra.

El uso y manejo del agua de riego se realizará bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.

De igual manera se tomará en cuenta todo lo pertinente que conste en la Ley de Aguas Codificación 2004 - 016, expedida por la Comisión de legislación y codificación del H. Congreso Nacional, de la que se subrayan los artículos:

Art. 1. Las disposiciones de la presente Ley regulan el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos y formas.

Art. 12. El Estado garantiza a los particulares el uso de las aguas, con la limitación necesaria para su eficiente aprovechamiento en favor de la producción.

Art. 17. El Estado recuperará el valor invertido en los canales de riego para uso agropecuario, en función de la capacidad de pago de los beneficiarios, mediante títulos de crédito emitidos por las Corporaciones Regionales de Riego, Agencias de Aguas y demás entidades estatales vinculadas con este servicio público, cuando la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego se encuentren total o parcialmente bajo la responsabilidad de estos organismos.

Una vez realizado el proceso de transferencia de los sistemas y canales de riego estatales a favor de las organizaciones de usuarios privados constituidas, y encontrándose a cargo de éstas la administración, mantenimiento y operación de la infraestructura del sistema de riego, el Estado, las Corporaciones Regionales de Riego y demás entidades de derecho público o pública, no cobrarán a los usuarios la tarifa básica

Art. 21. El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las agua eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.

Art. 22. Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición. Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua. La denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo.

Art. 25. Cuando las aguas disponibles sean insuficientes para satisfacer múltiples requerimientos, se dará preferencia a los que sirvan mejor al interés económico-social del País.

Art. 36. Las concesiones del derecho de aprovechamiento de agua se efectuarán de acuerdo al siguiente orden de preferencia:

- a) Para el abastecimiento de poblaciones, para necesidades domésticas y abrevadero de animales;
- b) Para agricultura y ganadería;
- c) Para usos energéticos, industriales y mineros; y
- d) Para otros usos.

En casos de emergencia social y mientras dure ésta, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos podrá variar el orden antes mencionado, con excepción del señalado en el literal (a).

Art. 40. Las concesiones de un derecho de aprovechamiento de agua para riego, se otorgarán exclusivamente a quienes justifiquen necesitarlas, en los términos y condiciones de esta Ley.

Art. 41. Las aguas destinadas al riego podrán extraerse del subsuelo, glaciares, manantiales, cauces naturales y artificiales cuando exista tal necesidad y en la medida determinada técnicamente por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 52. El Consejo Nacional de Recursos Hídricos determinará la disponibilidad de las aguas de los ríos, lagos, lagunas, aguas corrientes o estancadas, aguas lluvias, superficiales o subterráneas y todas las demás que contemplan esta Ley, como aptas para los fines de riego.

Art. 53. Es obligatoria la utilización para riego de las aguas conducidas por canales de regadío construidos con fondos del Estado.

Están sujetas a la obligación prevista en el inciso anterior, las heredades dominadas por los canales mencionados y que tengan una pendiente menor del veinte por ciento.

El caudal será fijado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 54. Quedan excluidos de la obligatoriedad:

- a) Los inmuebles cuyo suelo no permita una eficiente producción agrícola, tierras no hayan sido recuperadas; y,
- b) Los inmuebles que dispongan de agua suficiente.

Para el caso contemplado en el literal b), se tendrá en cuenta la superficie regable y la dotación de aguas; si ésta es insuficiente, el propietario del utilizar del canal la cantidad necesaria para completar la dotación mínima de agua. Estas excepciones serán declaradas por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 55. Las personas obligadas a la utilización de aguas pagarán la tarifa respectiva, la utilicen o no, debiendo tomarse en cuenta para establecer dicha tarifa, la amortización del capital invertido en el canal y obras complementarias, los gastos de operación y mantenimiento y el tiempo necesario de utilización, en las proporciones y condiciones serán regulados en el reglamento, que, elaborado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, deberá ser expedido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

El valor de la tarifa volumétrica, es decir el valor del caudal consumido, calculado sobre la base del promedio histórico de los últimos tres años, así como el valor del derecho de concesión serán fijados de conformidad con la Ley, por el Estado, las Corporaciones Regionales de Riego y demás entidades vinculadas al servicio público de riego; y únicamente en el caso de la tarifa volumétrica, ésta será recaudada y administrada por las organizaciones de usuarios privados, Juntas de Regantes y Directorios de Aguas legalmente constituidas, que tengan a su cargo la administración, operación y el mantenimiento del sistema de riego. Del total de los valores recaudados por concepto de la tarifa volumétrica, es decir el valor del caudal consumido, las organizaciones de usuarios privados, Juntas de Regantes y Directorios de Aguas legalmente constituidos, destinarán el 85% al mantenimiento y operación de los sistemas de riego, y máximo hasta el 15% para gastos de administración.

Los usuarios privados, de conformidad con los estatutos de las organizaciones, Juntas de Regantes y Directorios de Aguas, aportarán recursos adicionalmente para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego bajo su responsabilidad.

Art. 56. El Banco Nacional de Fomento establecerá líneas especiales de crédito para las finalidades contempladas en este Título previo estudio y cálculo que para la fijación anual remitirá el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

2.4.- Red de Categorías Fundamentales

2.4.1.- Riego

Aportación de agua a la tierra por distintos métodos para facilitar el desarrollo de las plantas. Se practica en todas aquellas partes del mundo donde las precipitaciones no suministran suficiente humedad al suelo o bien donde se quieren implantar cultivos de regadío. En las zonas secas, el riego debe emplearse desde el momento en que se siembra el cultivo.

En regiones de pluviosidad irregular, se usa en los periodos secos para asegurar las cosechas y aumentar el rendimiento de estas. Esta técnica ha aumentado notablemente la extensión de tierras cultivables y la producción de alimentos en todo el mundo.

2.4.2.- Métodos de riego

Los métodos principales usados hoy en día para el riego de los campos de cultivo son: inundación, surcos, aspersores y riego por goteo.

El riego por inundación.- se permite la entrada de una lámina de agua desde unos diques y se deja en el campo durante un periodo determinado, que dependerá del cultivo, la porosidad del suelo y su drenaje. Se usa en cultivos como el arroz, en los que el terreno es llano y el agua abundante. La inundación se usa también en los huertos de frutales, en los que se excavan hoyos o socavan en la base de los árboles y se llenan de agua, así como en las plantaciones forestales y en los cultivos de cítricos.

El regadío por surcos.- los surcos paralelos o acanaladuras, se usan para distribuir el agua en aquellos campos que son demasiado irregulares para inundarlos. Se emplea en cultivos plantados en líneas, como el algodón y las verduras.

El regadío con aspersores.- emplea menos agua y permite un control mejor. Cada aspersor, situado a lo largo de una tubería, esparce agua pulverizada en un circuito continuo hasta que la humedad llega al nivel de las raíces del cultivo. El riego de eje central emplea largas hileras de aspersores que giran en torno a un campo circular como si se tratara de la manecilla de un reloj. Este método se emplea sobre todo en cultivos como la alfalfa, frejol, árboles frutales, pasto, etc. que, permite varias recogidas anuales.

Los aspersores por lo general tienen un alcance superior a 6 m., es decir, tiran el agua de 6 metros en adelante, según tengan más o menos presión y el tipo de boquilla.

Los sistemas de riego por aspersión se pueden dividir en dos grandes grupos:

- **Sistemas estacionarios.-** permanecen en la misma posición durante el riego. A su vez, el grupo de los sistemas estacionarios comprende:
 - **Sistema móvil.** Todos los elementos de la instalación son móviles. Este sistema se utiliza solo en pequeñas superficies o para dar riegos complementarios.

- **Sistema semifijo.** Algunos o todos los ramales de alimentación son fijos, mientras que los ramales laterales son móviles. Este sistema se utiliza cada vez menos, pues tiene mayores necesidades de mano de obra y exige un trabajo incómodo al tener que trasladar las tuberías en suelo mojado.

- **Sistema fijo o de cobertura total.** Todos los elementos de este sistema son fijos. La colocación de la red puede ser permanente (permanece enterrada durante toda la vida útil) o temporal (se coloca a principio de la campaña de riego y se retira al final de la misma). Este sistema se utiliza cada vez más, debido a la poca mano de obra que requiere, ya que el trabajo se reduce, prácticamente, a abrir y cerrar las llaves de paso. Es el sistema más apropiado para parcelas pequeñas o medianas que tienen forma irregular.

- **Sistemas mecanizados.-** se desplazan continuamente durante el riego.

Las tuberías fijas suelen ser de fibrocemento o de material plástico: PVC o polietileno. Estas últimas no se utilizan en diámetros grandes, por su mayor precio, Las tuberías portables son de duraluminio o de material plástico. La primera tiene poco peso y una gran resistencia a la corrosión. La de PVC (con material especial para uso a la intemperie) es muy ligera y ofrece muy poca resistencia al paso del agua, pero tiene el inconveniente de que es muy frágil. Las tuberías portátiles flexibles (mangueras), utilizadas en el riego con trineos, están fabricadas con caucho reforzado o materiales plásticos de buena calidad, con el fin de soportar los esfuerzos que se producen en su traslado.

Las tuberías rígidas portables están constituidas por elementos de 9 y 6 m. de longitud, y unos diámetros que suelen variar de 50mm. (2 pulgadas) hasta 150mm. (6 pulgadas). La estanqueidad se consigue con juntas de caucho que se comprimen mediante la presión del agua, o mediante un anillo de goma que se comprime por medio de un cierre de palanca. [Saldarriaga, 2000]

Riego con difusores.- son parecidos a los aspersores pero más pequeños. Tiran el agua a una distancia de entre 2 y 5 metros, según la presión y la boquilla que

utilicemos. El alcance se puede modificar abriendo o cerrando un tornillo que llevan muchos modelos en la cabeza del difusor.

Se utilizan para zonas más estrechas. Por tanto, los aspersores para regar superficies mayores de 6 metros y los difusores para superficies pequeñas. Los difusores siempre son emergentes.

El regadío por goteo.- suministra a intervalos frecuentes pequeñas cantidades de humedad a la raíz de cada planta por medio de delgados tubos de plástico, Este método, utilizado con gran éxito en muchos países, garantiza una mínima pérdida de agua por evaporación o filtración, y es válido para cultivos que se producen en zonas secas como en cultivos que se producen en zonas húmedas. Los goteros o emisores pueden ser:

- Integrados en la propia tubería.
- De botón, que se pinchan en la tubería.

Los más baratos son los integrados no autocompensantes.

Riego subterráneo.- es uno de los métodos más modernos. Se está usando incluso para césped en lugar de aspersores y difusores en pequeñas superficies enterrando un entramado de tuberías.

Se trata de tuberías perforadas que se entierran en el suelo a una determinada profundidad, entre 5 y 50 cm. Según sea la planta a regar (hortalizas menos enterradas que árboles) y si el suelo es más arenoso o arcilloso.

2.4.3.- Canales de riego

Los canales de riego tienen la función de conducir el agua desde la captación hasta el campo donde será aplicado a los cultivos. Son obras de ingeniería importantes, que deben ser cuidadosamente pensadas para no provocar daños al ambiente. Están estrechamente vinculados a las características del terreno, generalmente siguen aproximados a las curvas de nivel de este, descendiendo suavemente hacia cotas más bajas.

La construcción del conjunto de los canales de riego es una de las partes más significativas en el costo de la inversión inicial del sistema de riego, por lo tanto su adecuado mantenimiento es una necesidad imperiosa.

Un sistema de riego consiste en obras de toma, canal principal, canales secundarios, terciarios y cuaternarios y obras de distribución de agua a las tierras de cultivo.

2.4.4.- Sistemas de riego

Un sistema de riego se caracteriza fundamentalmente por la localización. La misma que obedece al hecho de que solo se humedece parte del volumen del suelo del cultivo en la zona de las raíces, de tal manera que se obtengan el agua y los nutrientes necesarios para el crecimiento y la producción de la planta.

Estación de riego.- es el conjunto de elementos que permiten el bombeo, tratamiento, el filtrado y el control de presión del agua de riego.

Tubería principal.- es la tubería que parte de la estación de riego y llega a todas las tomas de riego del cultivo.

Tubería secundaria.- es la tubería que parte de la tubería principal y lleva el caudal a uno solo de los módulos de riego.

Tubería terciaria.- es la tubería que alimenta directamente los laterales de riego.

Laterales de riego.- son las tuberías de último orden en los cuales se conectan los emisores finales del riego.

2.4.5.- Partes constitutivas de un sistema de riego por aspersión

En un sistema de riego por aspersión está constituido de los siguientes elementos o partes constitutivas.

Captación.- es un conjunto de elementos estructurales e hidráulicos ubicados en sitios estratégicos según la topografía y el tipo de emanación del agua que se produzca ya sea esta superficial o subterránea con el fin de recolectarla y almacenarla para consume humano y/o uso agrícola,

Conducción.- se denomina al conjunto de ductos dispuestos y calculados hidráulicamente dispuestos para el paso del fluido en este caso agua.

Almacenamiento.- son estructuras destinadas a almacenar agua con el fin de suplir déficit de agua para el riego y en caso de lluvias excesivas, permitiendo dar un servicio continuo a los diferentes módulos de riego.

Distribución.- tiene el mismo principio de la conducción pero este sistema transporta el fluido hasta las parcelas.

2.4.6.- Estudios fundamentales

En el caso de un sistema de riego por aspersión se recomienda contar con los siguientes estudios:

Estudios hidrológicos y climáticos.- permiten tener información importante para nuestro diseño como; análisis de precipitaciones, determinación del caudal

disponible y el análisis de temperaturas. [Ronquillo, 1987] Este tipo de estudios serán consultados a los diferentes organismos estatales y no estatales coordinadores en la materia de agua.

Estudios topográficos.- permite tener una información que es determinante para el diseño y la técnica de riego a implementar, esta información es disponible en planimetría y altimétrica del sitio, permitiendo al diseñador realizar el trazado adecuado de los diferentes sistemas y la ubicación más propicia para las estructuras hidráulicas. [Ronquillo, 1987]

Balance hídrico.- este estudio nos permite conocer las características del suelo para fines de riego, requerimientos de riego, evapotranspiración y el caudal característico del riego por aspersión. Este estudio permite al diseñador el dato más importante para el diseño de la totalidad del sistema. [Ronquillo, 1987]

Estudios Hidráulicos y Estructurales.- son importantes estos estudios debido a que de este depende el óptimo funcionamiento de la totalidad del sistema de riego por aspersión, tanto en los componentes hidráulicos y estructurales. [Ronquillo, 1987]

2.4.7.- Humedad relativa

El vapor de agua se forma a causa de la evaporación del agua presente en la naturaleza: por ejemplo en las viviendas, elevadas cantidades de vapor son producidas por las plantas, las actividades de la cocina, el lavado y por los mismos habitantes, a través de la respiración y la transpiración.

El vapor de agua producido es absorbido por el aire en cantidades que dependen de las condiciones ambientales, provocando un aumento del contenido de humedad. La máxima cantidad de vapor que el aire puede absorber es llamada “cantidad de saturación” y aumenta en función de la temperatura a un mismo volumen. Si la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen de aire

saturado con una determinada temperatura aumenta, el vapor condensa pasando al estado líquido.

2.5.- Hipótesis

El diseño modular de un sistema de riego por aspersión, que podrá ser implantado en la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato, será necesario para optimizar la utilización del agua y producción de los terrenos.

2.5.1.- Variables de estudio

Variable Independiente: La implementación de un sistema de riego por aspersión en un terreno, en la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato.

Variable Dependiente: optimización de la utilización del agua y producción del terreno.

CAPÍTULO III

3.- Metodología

3.1.- Enfoque

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo y cualitativo, basándose en diseños hidráulicos y cálculos matemáticos destinados al esbozo del sistema mismo de irrigación. Por otro lado si se podrá aportar con ciertas cualidades, incluso a nivel estético, en contribución a la ejecución del sistema.

3.2.- Modalidad y tipo de investigación

3.2.1.- Modalidad de investigación

Dentro de las modalidades de investigación que serán necesarias para la elaboración del presente trabajo tenemos:

- Bibliográfica: puesto que gran parte de la investigación se ha llevado a cabo por medio de la utilización de diferentes libros y autores.
- la Investigación de Campo será necesaria, debido a que muchos de los parámetros a utilizarse en el diseño se encuentran únicamente por medio de la relación estrecha del investigador y el lugar mismo donde se implantará la obra.
- Laboratorio: las muestras obtenidas en el campo obviamente tendrán que ser evaluadas en el laboratorio con el fin de obtener los parámetros requeridos.

3.2.2.- Tipos de investigación

Los tipos de investigación a utilizarse serán:

- Exploratoria: pues mediante la investigación bibliográfica y exploración en el campo se ha podido establecer el problema de investigación.

- Descriptiva: pues después de filtrar los datos obtenidos nos permitirá elaborar un informe final y la interpretación de los resultados.
- Explicativo: una vez que la hipótesis ha sido comprobada se procederá a dar una solución muy entendible y sobre todo factible.

3.3.- Población y muestra

En la parroquia Santa Rosa el número de usuarios del Sistema de riego (acequia) Chiquicahua es de 750, según el resumen del padrón proporcionado por SENAGUA. La determinación de una muestra representativa que garantice que el conjunto seleccionado represente con la máxima fidelidad a la totalidad de la que se ha extraído, se hará con la siguiente fórmula existente en la literatura:

$$n = \frac{m}{e^2(m-1)+1}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra = ?

m = tamaño de la población = 750

e = error máximo admisible = 7.5%

$$n = \frac{m}{e^2(m-1)+1} = \frac{750}{0.075^2 \cdot 750 - 1 + 1}$$

$$n = 143.87 \approx 144 \text{ habitantes}$$

3.4.- Operacionalización de variables

3.4.1.- Variable independiente

La implementación de un sistema de riego por aspersión en un terreno, en la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Implementación.-acción y efecto de poner en funcionamiento, aplicar métodos, medidas, etc., para llevar algo a cabo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poner en funcionamiento. 2. Aplicar métodos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cantidad de materiales. 2. Calidad de materiales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo se determinará la cantidad de material a utilizarse? 2. ¿Cómo se verificará la calidad de los materiales? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación 2. Observación 3. Ensayos de laboratorio.
Sistema de riego por aspersión.-es un sistema que esparce agua pulverizada en un circuito continuo por medio de presión, empleando menos agua y permitiendo un control mejor.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Esparcir. 2. Circuito continuo. 3. Presión. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Volumen de líquido. 3. Longitud que alcanza el agua 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo se calculará el volumen de líquido que se utilizará? 2. ¿Cuál es la distancia adecuada que alcanzará el agua? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación. 2. Observación.

3.4.2.- Variable dependiente

Optimización de la utilización del agua y producción del terreno.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Optimizar.- adelantar, acrecentar algo, haciéndolo pasar a un estado mejor.	1. Adelantar. 2. Acrecentar.	1. Cumplimiento de plazos. 2. Cantidades exactas de materiales.	1. ¿Cómo se determinarán los plazos para la ejecución de la obra? 2. ¿Cómo se verifica la cantidad materiales utilizados?	1. Observaciones 2. Ensayos de laboratorio.
Utilización del agua.- aprovechamiento por ley, para usos comunes o privativos, de aguas de dominio público.	1. Aprovechamiento	1. forma de Utilización. 2. Cantidad a utilizar.	1. ¿Cómo se utilizará el recurso? 2. ¿Cómo se controlará la cantidad a utilizar?	1. Observación. 2. Análisis.
Producción agrícola.- suma de los productos del suelo.	1. Suma de productos.	1. Tiempo de producción 2. Cantidad de producción.	1. ¿Cuál será el tiempo de producción? 2. ¿Cómo se verifica la cantidad de producción?	1. Observación. 2. Análisis.

3.5.- Técnicas de recolección de información

Las técnicas a utilizarse serán:

Técnica	Instrumento
Observación	Diario – Ficha de campo

3.6.- Procesamiento y análisis

3.6.1.- Plan de procesamiento de la información

La información se recolecta en la parroquia Santa Rosa, principalmente en el sector denominado Yaculoma, en donde se encuentra localizado el terreno sobre el que se podrá ejecutar la tecnificación del riego.

Se ha elaborado un cuestionario, cuya finalidad se centra en la recolección de información relacionada al cuidado ambiental y a la factibilidad de la implantación de un sistema de riego tecnificado. De igual forma en este lugar se recogen las muestras para los posteriores ensayos de laboratorio de ser necesario. Así mismo cierta información necesaria será adquirida en las oficinas del SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua) y MAGAP (Ministerio de agricultura, ganadería y pesca).

En oficina se producirá la revisión crítica de la información recogida y por ende se tabulará los cuadros según las variables de la hipótesis, para lo que se utilizará gráficos de pastel para su presentación y su posterior obtención de la relación porcentual con respecto al total, es decir el estudio estadístico de datos para la presentación de resultados.

CAPÍTULO IV

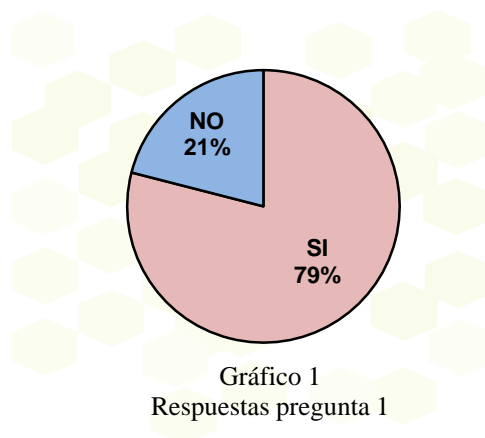
4.- Análisis e interpretación de resultados

4.1.- Análisis de los resultados

4.1.1.- Encuesta sobre Cuidado ambiental, factibilidad de la tecnificación de los sistemas de irrigación y posibilidad económica

1. ¿Cree usted que el uso irracional del agua de riego afecta o afectará directa o indirectamente al medio ambiente?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	114	79
No	30	21
Total	144	100



Análisis e interpretación.- el 79% de los consultados opinaron que están conscientes que el uso irracional del agua de riego afecta y afectará directa o indirectamente al agro ecuatoriano y por ende a la población, el 21% no considera

importante o no está consciente que el desperdicio de agua de riego sea un problema a tomar en cuenta.

2. ¿Cree usted que utilizar sistemas de riego por aspersión o por goteo, en sus distintas variedades, disminuye el volumen de agua de riego del que se ocupa por surcos o por inundación?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	96	67
No	32	22
Sin opinión o desconoce	16	11
Total	144	100

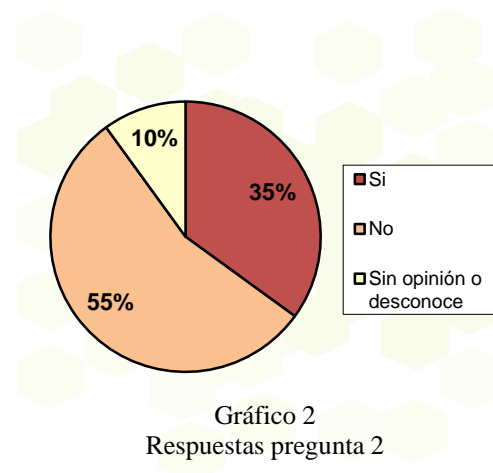


Gráfico 2
Respuestas pregunta 2

Análisis e interpretación.- de acuerdo a este último gráfico el 55% de los consultados conocen el funcionamiento de sistemas de riego tecnificado, por aspersión o por goteo y tienen claro que el ahorro del recurso agua puede ser muy significativo, por otro lado el 35% de los preguntados aseveran que el volumen de agua utilizado en aspersión o goteo, tienen una disminución insignificante o nula. Tan solo el 10% desconocen o no opinan respecto al tema.

3. ¿Considera usted que utilizando el recurso agua con mayor eficiencia de lo que se hace ahora, se colabora con la racionalización de su uso y por ende con el cuidado al medio ambiente?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	115	80
No	22	15
Sin opinión o desconoce	7	5
Total	144	100

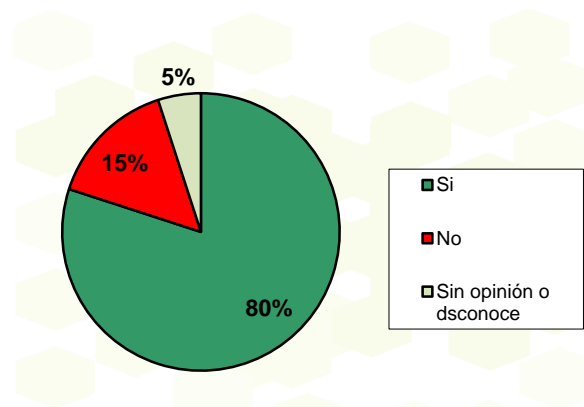
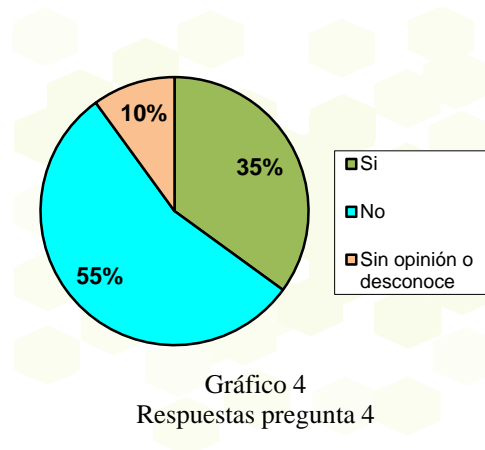


Gráfico 3
Respuestas pregunta 3

Análisis e interpretación.- como ha sido la tónica de esta encuesta, el 80% de los encuestados conoce intrínsecamente de los beneficios ambientales que representa la utilización adecuada de los recursos naturales y más del agua, pues dependen de ella para el cultivo de sus productos. El 15% considera que la racionalización del agua no colabora con el cuidado ambiental. El 5% desconoce o no opina con respecto al tema.

4. ¿Cree usted que la introducción tecnificada de un nuevo cultivo al sector, repercuta negativamente en gran medida en el medio ambiente, específicamente en el suelo?

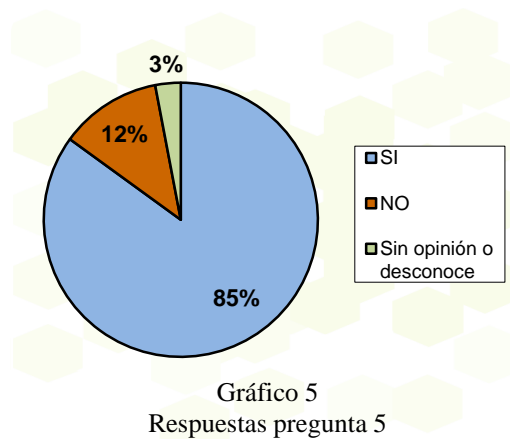
Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	51	35
No	79	55
Sin opinión o desconoce	14	10
Total	144	100



Análisis e interpretación.- el 55% de la muestra cree que la introducción adecuada, con previos conocimientos de causa, no afectará de forma considerable al suelo de cultivo, el 35% considera que aunque sea muy estudiada la introducción de nuevos cultivos, siempre se producirán daños significativos que repercuten en la calidad del suelo. El 10% se muestra ignorante ante la pregunta.

5. ¿Considera usted que el desperdicio del agua de riego contribuye a la desigual repartición del recurso?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	122	85
No	17	12
Sin opinión o desconoce	5	3
Total	144	100



Análisis e interpretación.- La gran mayoría con el 85% responde que considera que el desperdicio de agua contribuye a la desigual repartición del recurso especialmente en el páramo bajo. El 12% opina que no hay relación entre el desperdicio de agua de riego y la conflictiva repartición del agua. Tan solo el 3% se muestra reacio a la pregunta o desconocen el tema.

6. ¿Está en la capacidad de invertir dinero en la tecnificación de la irrigación de sus cultivos, accediendo o no a los diferentes tipos de créditos que hay en la actualidad para impulsar el desarrollo de la agricultura?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	61	42
No	53	37
Sin opinión o desconoce	30	21
Total	144	100

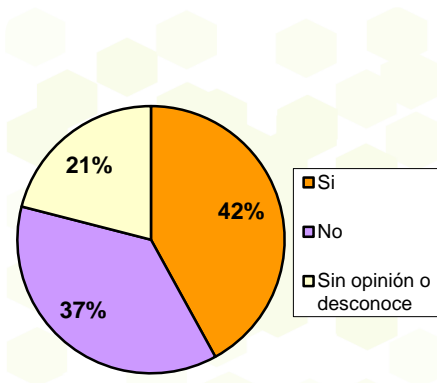


Gráfico 6
Respuestas pregunta 6

Análisis e interpretación.- de la muestra consultada el 42% dice estar en la capacidad de invertir en sistemas de riego tecnificados con o sin ayuda de los diferentes créditos institucionales, siempre y cuando la producción futura sea muy rentable. El 37% expresa no estar en la capacidad de hacerlo. Por otro lado el 21% se muestra renuente a la pregunta o no ha hecho consciencia de la posibilidad de invertir en la tecnificación de sus sistemas de riego.

7. ¿Si tuviera la oportunidad, estaría dispuesto a tecnificar la irrigación de sus cultivos con el propósito de mejorar su producción agrícola?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	108	75
No	29	20
Sin opinión o desconoce	7	5
Total	144	100

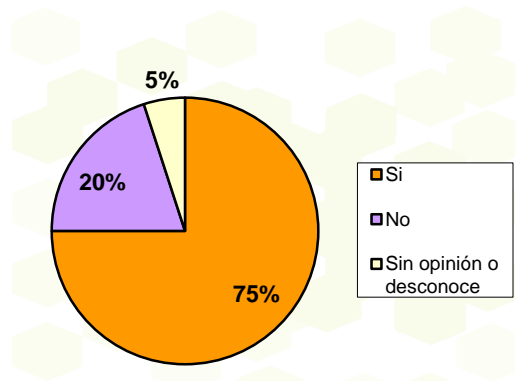
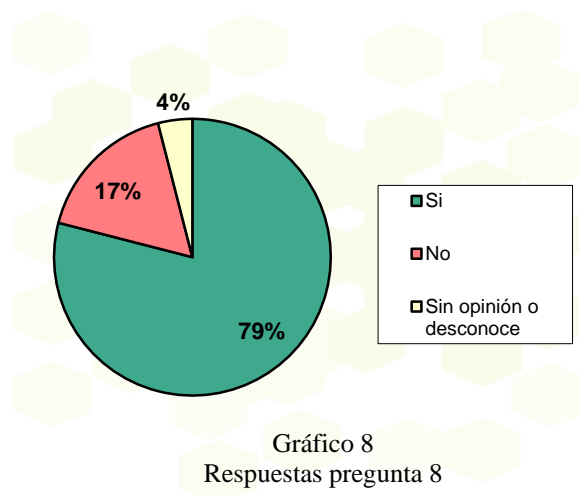


Gráfico 7
Respuestas pregunta 7

Análisis e interpretación.- la gran mayoría de la muestra consultada con el 75%, afirma que de haber la oportunidad estarían dispuestos a tecnificar la irrigación de sus cultivos, mediante sistemas de aspersión, micro aspersión, goteo y más. El 20% afirma no estar interesado o dispuesto a tecnificar el riego así tuviera la oportunidad de hacerlo y el 5% no decidió o desconoce la situación.

8. ¿Está de acuerdo que se realicen estudios, incluyendo proyectos de tesis previa a la obtención del título, que tengan como finalidad diseñar sistemas de riego tecnificado y contribuir con la población y cuidado al medio ambiente?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	114	79
No	24	17
Sin opinión o desconoce	6	4
Total	144	100



Análisis e interpretación.- en este caso el 79% está de acuerdo en que se sigan realizando estudios, con proyecciones reales y posibles, que de una u otra forma aporten al crecimiento del agro de la provincia y nación. El 17% no está de acuerdo pues al parecer no encuentran beneficio en los proyectos mencionados. El 4% no emite una opinión ni favorable ni negativa, cuyas respuestas no encajan en el cuestionario.

9. ¿De lo que usted conoce, considera que los sistemas de riego por aspersión, micro aspersión o por goteo en la parroquia Santa Rosa son: varios, algunos o pocos?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Varios	3	2
Algunos	56	39
Pocos	85	59
Total	144	100

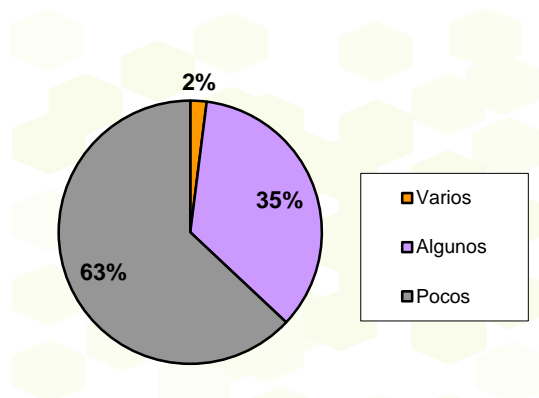
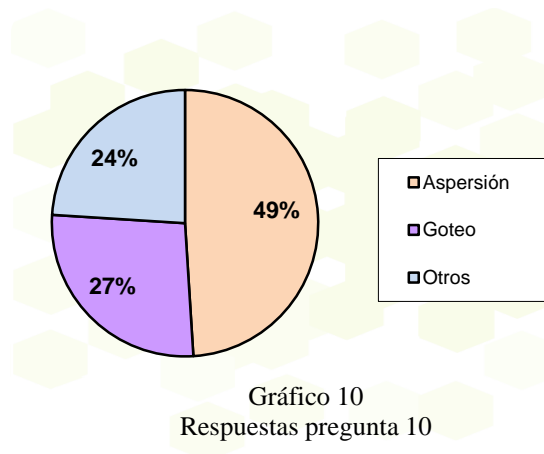


Gráfico 9
Respuestas pregunta 9

Análisis e interpretación.- del 100% de consultados el 63% considera que son pocos los sistemas de riego por aspersión o por goteo existentes en la parroquia. El 35% afirma que son algunos y tan solo el 2% dice que son varios los sistemas de riego tecnificado.

10. ¿Cuál cree usted que es el sistema de riego adecuado para la zona, tomando en cuenta la forma y disposición de los terrenos y la posibilidad de incluir un “nuevo” cultivo como el brócoli para la zona?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Aspersión	71	49
Goteo	39	27
Otros	34	24
Total	144	100



Análisis e interpretación.- el 49% responde que el sistema de riego por aspersión es el adecuado para la introducción de un cultivo como el brócoli, esta respuesta refleja el grado de conocimiento intrínseco de los agricultores, no muy alejado de la parte técnica. El 27% responde que por goteo es el sistema más adecuado y que a su vez es muy poco difundido, tanto como el que es por aspersión. El 24% responde que otros son los sistemas adecuados, incluyendo los sistemas tradicionales por inundación o surcos.

En esta parte de la encuesta, fue imprescindible la opinión de técnicos con muchos años de experiencia. Por lo que ésta pregunta también se consultó a tres técnicos del MAGAP (Ministerio de agricultura, ganadería y pesca), obteniendo los siguientes resultados:

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Aspersión	3	100
Goteo	0	0
Otros	0	0
Total	3	100

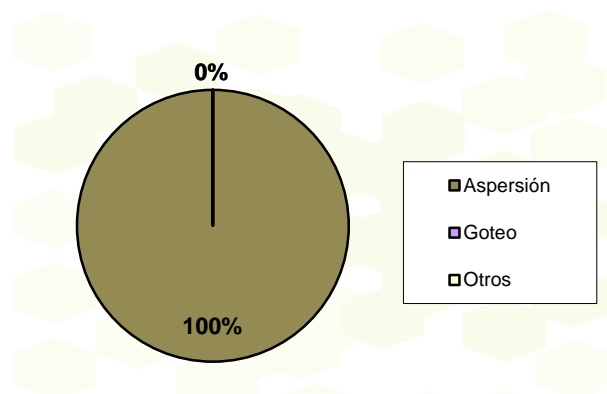


Gráfico 11
Respuestas pregunta a técnicos

Análisis e interpretación.- los tres técnicos consultado coincidieron en que el sistema de riego recomendado para la zona, es el sistema de riego por aspersión, por las características del lugar, las ventajas que este sistema representa y ha alcanzado a lograrlas gracias a los avances en cuanto a estudios relacionados y porque en cultivos como el brócoli se está obteniendo mejores resultados con este tipo de sistemas.

En cuanto a la factibilidad de la introducción del brócoli como un cultivo adecuado para la zona y que arroje la productividad anhelada, los técnicos coinciden en que si las condiciones del suelo, clima y demás factores son favorables, se puede tomar muy en serio la implementación de este cultivo, por lo que más adelante se hará referencia a estos factores en la sección que corresponde a la factibilidad de la propuesta.

4.2.- Verificación de la hipótesis

Después de la realización de la encuesta a las personas seleccionadas como muestra, prosigue la verificación de la hipótesis, al estar ambas actividades relacionadas.

En cuanto al análisis e interpretación de resultados de la encuesta sobre cuidado ambiental, factibilidad de la tecnificación de los sistemas de irrigación y posibilidad económica, se puede establecer de que la mayoría de la población está consciente que el diseño e implementación de un sistema de riego tecnificado optimizará la utilización del recurso agua y beneficiará la producción agrícola, además al racionalizar el agua de riego se aporta a la mejor distribución de esta entre los usuarios, así como no se presentan mayores inconvenientes al momento de la ejecución del sistema. En cuanto al sistema de riego, concluyo que el recomendado es el sistema de riego por aspersión.

4.3.- Marco Administrativo

4.3.1.- Recursos

4.3.1.1.- Recursos institucionales

Para la elaboración del proyecto de investigación la Universidad Técnica de Ambato, El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC y la Secretaría Nacional del Agua SENAGUA serán las instituciones que colaborarán.

Los tipos de recursos que facilitará la institución, en este caso la Universidad, serán:

- Director de Tesis.
- Biblioteca.
- Laboratorios (maquinaria, instrumentos y más).

4.3.1.2.- Recursos humanos

Deberán ser los siguientes:

- Director de tesis
- Secretaria
- Investigador
- Asesor

4.3.1.3.- Recursos materiales

- Material de oficina
- Computadores
- Impresoras
- Calculadora
- Vehículo
- Plotter
- Maquinaria
- Instrumentos de laboratorio

4.3.1.4.- Recursos Financieros

4.3.1.4.1.- Presupuesto elaboración de tesis

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DE LA TESIS DE GRADUACIÓN				
ELABORADO POR: DIEGO SALTOS				
FECHA: MARZO 2011				
RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	C. TOTAL
Derechos pre grado	unidad	1,00	300,00	300,00
Derecho de tutor	unidad	1,00	150,00	150,00
Internet	mes	35,00	4,00	140,00
Cartuchos de impresora	unidad	2,00	25,00	50,00
Material bibliográfico	unidad	1,00	80,00	80,00
Empastado	unidad	3,00	60,00	180,00
Transporte	día	120,00	1,00	120,00
Donación libros	unidad	2,00	70,00	140,00
Hojas de papel bond	resma	2,00	7,00	14,00
Computadora electricidad	unidad	1,00	15,00	15,00
Impresora electricidad	unidad	1,00	15,00	15,00
			SUBTOTAL	1204,00
			C. IND. 10%	120,40
			TOTAL	1324,40

4.1.4.2.- Financiamiento

Todos los gastos que constan en este proyecto serán completamente financiados por el autor del mismo.

4.3.2.- Cronograma

		TIEMPO EN SEMANAS																			
		ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
Nº	ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Perfil del proyecto																				
2	Encuestas pilotaje																				
3	Recopilación información																				
4	Elaboración Marco Teórico																				
5	Procesamiento de datos																				
6	Análisis de resultados																				
7	Formulación de la propuesta																				
8	Redacción del informe final																				
9	Transcripción del informe																				
10	Presentación del trabajo de invest.																				

4.4.- Bibliografía

1. Tesis de grado. Tema: “Diseño del sistema de riego por aspersión para el sector Cooperativa San Vicente de Mulalillo, en la ciudad de Salcedo provincia de Cotopaxi”. Autor: Diego Soria, 2008, Universidad Técnica de Ambato-Ecuador.
2. Tesis de grado. Tema: “Construcción y funcionamiento de riego por aspersión del programa canales estatales en el sector de Tanicuchí del canal norte cantón Latacunga provincia de Cotopaxi”. Autor: Luis Salguero, 2006, Universidad Técnica de Ambato-Ecuador.
3. Perfil de proyecto. Tema: “Diseño de canales secundarios de la toma N°4 para el proyecto de riego Píllaro ramal sur del cantón Píllaro provincia de Tungurahua”. Autor: Gustavo Pilamunga, 2007, Universidad Técnica de Ambato-Ecuador.
4. DEMETRIOS, Tonias. (2002). Manual del Ingeniero Civil Tomo II Cuarta Edición, Inc., U. S.A.
5. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española 2010
6. <http://www.ingesoluciones.com>
7. <http://www.rregar.com>
8. <http://www.ecoterra.com.do>
9. <http://www.utpl.edu.ec>
10. <http://www.articulos.infojardin.com>
11. <http://www.reitec.es>

CAPÍTULO V

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1.- Para la tecnificación del sistema de riego en el terreno agrícola localizado en Yaculoma, Santa Rosa se escoge el diseño de un sistema de riego por aspersión, debido a las ventajas que este representa, frente a las problemáticas relacionadas con el uso racional del agua. Además las últimas tendencias ingenieriles en cuanto a implementación de nuevos cultivos, están siendo llevadas a cabo con sistemas de aspersión y microaspersión.

2.- El diseño modular de un sistema de riego por aspersión en la parroquia Santa Rosa con la consiguiente tecnificación de la irrigación, sin duda aportará con el desarrollo sostenible de los sectores de Miñarica, San Vicente, Yaculoma y demás caseríos, en los que la ocupación principal de los campesinos es la agricultura y en donde se pueden desarrollar sistemas de riego similares o no, tomando como módulo ejemplar a este estudio.

3.- El sector de Yaculoma presenta condiciones topográficas similares en una extensa zona al lugar en donde se construirá el sistema de irrigación por aspersión, de modo que éste servirá como antecedente para futuros diseños en el sector.

3.- Se disminuye el proceso erosivo del suelo del sector definido como páramo bajo, debido a que las pérdidas de escorrentía deben ser anuladas.

4.- La implementación de un sistema de riego por aspersión reducirá la cantidad de mano de obra y el costo de movimiento de tierras, lo que sería de gran aporte para los propietarios de los terrenos.

5.- La consumación de un sistema de riego presurizado mejorará sin duda alguna, la eficiencia de la irrigación y utilización del agua.

6.- En el presente trabajo de investigación, después de la recopilación bibliográfica y de planos topográficos se decidió la localización de los puntos estratégicos en donde se captará, almacenará y conducirá el agua hacia los ramales de los aspersores que se utilizarán en el terreno agrícola en cuestión.

Recomendaciones

1.- Se recomienda la socialización de las ventajas de un riego tecnificado, por parte de los dirigentes de cada Óvalo y agencias gubernamentales, que es esencial en las parroquias sur occidentales de la provincia de Tungurahua, en donde se puede incrementar la producción y por ende el desarrollo inspirando en los agricultores la utilización de sistemas de riego tecnificados, acordes con las condiciones de cada sector.

2.- Si otros sistemas de riego ya son implementados en este sector, tomando como antecedente al que es objeto de este estudio, se debería implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo dentro de cada Óvalo.

3.- Después de la ejecución del proyecto es muy recomendable instruir a los beneficiarios del sistema de riego acerca del mantenimiento adecuado.

CAPÍTULO VI

Propuesta

6.1.- Datos informativos

En lo que concierne a la utilización de los recursos agua y tierra se puede aseverar que se está generando cada vez mayor competencia entre los “usuarios” de dichos recursos, debido al aumento creciente de las necesidades sociales por el agua, su escasez relativa, así como las desigualdades para acceder a ella. De acuerdo al informe realizado por la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas en 1999, se estima que a nivel mundial la demanda de agua creció por tres en los últimos 50 años, lo que también se manifiesta en la amplia desigualdad mundial; mientras que un estadounidense consume 900 litros por día, un africano sólo accede a 30 litros. Entonces lo anterior se puede traducir a una agricultura cada vez más productivista, contaminante y consumidora de agua (Bautista, J. A., 1997).

Ahora, las metodologías de riego por aspersión y por goteo en sus varias formas y configuraciones están superando los problemas de topografía y tipo de suelo y permiten más control sobre la cantidad, la uniformidad de distribución y la frecuencia de riego, en particular en las condiciones de terrenos ondulantes y/o suelos arenosos. (Internacional Irrigation Center, 2002). También se ha mencionado que estos sistemas de riego impactan en los costos de producción y en lo correspondiente a la calidad de la producción, y en relación al impacto ambiental, se reporta que este ha sido mejorado en lo que respecta al uso del agua, ya que ha disminuido o permanecido sin cambio en los sistemas de riego instalados (Sardo y German, 1995).

Los sistemas de riego presurizados, sean por aspersión o por goteo, deben ser bien diseñados para asegurar un incremento significativo de los beneficios de la inversión, del capital necesario para la instalación de estos tipos de sistemas de aplicación de agua. Los países en desarrollo y, especialmente, los agricultores comunes y corrientes no pueden tolerar el gasto de sus recursos preciosos y limitados de capital en sistemas de riego presurizados mal diseñados, los cuales pueden reducir drásticamente sus rendimientos de cultivos por debajo de lo esperado del método tradicional de riego (Burt, 1995).

Por todo lo expuesto y por lo establecido en capítulos anteriores, la recomendación principal para racionalizar la utilización del agua de riego y para incrementar la producción agrícola es diseñar un sistema de riego por aspersión, debido a las ventajas que proporciona, e introducir el cultivo del brócoli, el mismo que aportará de manera positiva al desarrollo de la agricultura de la parroquia Santa Rosa y que se adaptará a las condiciones del sector, como se determina en capítulos posteriores.

Los datos de interés de la Provincia de Tungurahua son: se encuentra en la parte central del Ecuador, comprendida entre las latitudes $0^{\circ} 56' 55.4''$ a $1^{\circ} 34' 56.22''$ Sur y longitudes $78^{\circ} 4' 48.6''$ a $78^{\circ} 58' 39.5''$ Oeste, entre altitudes de 1200 a 5000 msnm (metros sobre el nivel del mar) y tiene una superficie de 3389 km². Limita al Norte con las provincias de Cotopaxi y Napo; al Sur con las provincias de Morona Santiago y Chimborazo; al Este la provincia de Pastaza y al Oeste la provincia de Bolívar.

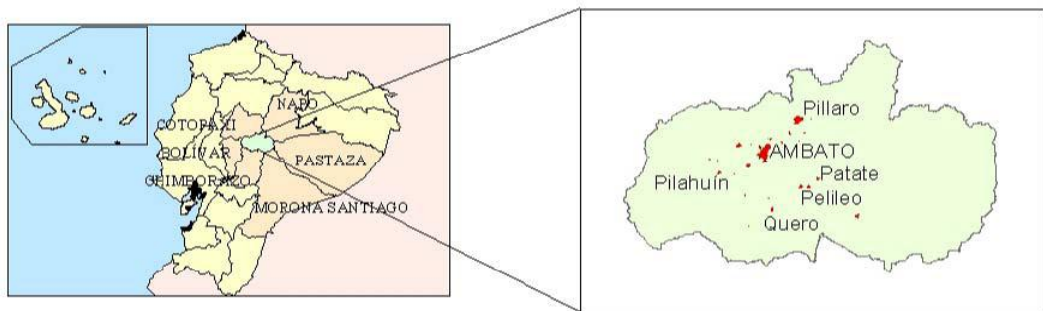


Gráfico 12
Tungurahua



Gráfico 13
Tungurahua vista Google Earth

La red hidrológica de la provincia está delimitada al oeste por una cadena montañosa cuyos nevados (Chimborazo 6.310 m.s.n.m. el punto más alto de la cuenca, Carihuairazo) alimentan dicha red. De esta red, los canales más importantes por su caudal son: Huachi Pelileo (1.000 l/s), Mocha Tisaleo Cevallos (333 l/s), Mocha Quero Pelileo (300 l/s en estiaje), Mocha Huachi (aprox. 300 l/s en estiaje), Cunuyacu Chimborazo (180 l/s), Chiquicahua (385 l/s), Casimiro Pazmiño (265 l/s), Alta Fernández (218 l/s).

La parroquia de Santa Rosa del cantón Ambato, provincia de Tungurahua, está ubicada a 7 Km al suroeste de la ciudad de Ambato, está a una altura de 2400 msnm. Limitada al norte por la ciudad de Ambato, al sur la parroquia Juan Benigno Vela, al este la parroquia Huachi Grande y el cantón Tisaleo, al oeste Pasa y Quisapincha. Su extensión territorial es de 36,3 km² que corresponden al 3,6% del área cantonal, conectada por la vía que va a Guaranda, posee un clima templado y frío, con una temperatura de 16° C. Está conformada por las comunidades Angahuana Alto, Angahuana Bajo, Apatug, Cuatro Esquinas, El

Quinche, Miñarica Elevacion, Miñarica San José, Misquillí, San Pablo. Se caracteriza por ser una parroquia altamente productiva.

Los habitantes de la parroquia Santa Rosa sector Miñarica, San Vicente, Yaculoma, tienen como ocupación primaria y principal forma de ingresos económicos la agricultura, siendo productos como alfalfa, papa, árboles frutales, y más los que se obtienen en la zona.



Gráfico 14
Santa Rosa

Como una revisión a la historia, con el fin de entender cómo funcionan ciertos canales o acequias puedo indicar que el encauce de las aguas de los riachuelos y quebradas de Yatzaputzán y Chiquicahua empezó con trabajos del hacendado Fernando Peñaloza, trabajo que se retoma posteriormente por Tomás Cobo. En 1900, este último compra las aguas del río Blanco, encima de Yatzaputzán, y la acequia Chiquicahua, cuyos orígenes están en los deshielos del Cariguairazo, que se había empezado a abrir, continuando este trabajo en sociedad con Casimiro Pazmiño. Esta sociedad se rompe dos años más tarde. En 1938, el Ministerio de Previsión Social manda que la acequia se llame Casimiro Pazmiño. En 1961 se hace una comunicación cediendo al alcalde Neptalí Sancho J. las aguas del Toallo. En la actualidad los canales Chiquicahua, Casimiro Pazmiño y Toallo son de gran importancia para las parroquias de Santa Rosa y Juan B. Vela al sur occidente de la provincia de Tungurahua.

De acuerdo al informe realizado por el Lcdo. Carlos Martínez, funcionario del entonces Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en 2006, la acequia Chiquicahua, que es el canal que abastecerá de agua al presente diseño, en su recorrido recibe aportes de las quebradas Quintuco, Pataló y Chiquiví, desde sus orígenes hasta el cruce con la acequia a las cotas de 3.480, 3.415 y 3.420 m.s.n.m. Pertenece a la siguiente división Hidrográfica:

Sistema No.	A 28 Pastaza,
Cuenca No.	A 2876 Río Pastaza
Subcuenca No.	A 287601 Río Patate,
Microcuenca No.	A 28760102 Río Ambato,
Unidad Hidrográfica	A 2876010207 Río Chiquicahua.

Los beneficiarios de la acequia utilizan las aguas con regulaciones conforme a los óvalos que funcionan en forma permanente y en turno de acuerdo al siguiente detalle:

1.- Óvalos permanentes:

Sectores: Pilahuín Pucará, Pilahuín Puzucrumi, Cuatro Esquinas y Pilahuín centro.

2.- Óvalo de Conolongo:

Sectores: Chibuleo San Francisco y Chibuleo San Pedro.

3.- Óvalo Malisa:

Sectores: Pataló, Chacapungo y San Miguel.

Óvalo con turnos:

1.- Comuneros:

Juan Benigno Vela,

Miñarica San José,

Miñarica Bajo,

Santa Rosa,

San Pablo Arriba,

Horeros Núñez Arroba,

Horeros Aldaz Mejía,

Apatuc San Pablo.

2.- Tercerías:

Garcés, Quincha,

Yaculoma,

Villacrés y

San Segundo.

El primer óvalo Puzucrrumi o Pilahuín, se encuentra en la abscisa 8+024; el segundo óvalo Conolongo, se encuentra en la abscisa 10+531; el óvalo en donde comienza el servicio a las tercerías, se encuentra en la abscisa 17+660.

El número total de beneficiarios asciende a 6.101, cubriendo 1.899,1 hectáreas y posee un caudal total de 386.24 l/s.

En el sector de Yaculoma (Santa Rosa - Miñarica) existen 31 usuarios con acceso al agua 12 horas por semana.

6.1.1.- Demanda Hídrica del sistema Chiquicahua: de acuerdo a lo expuesto anteriormente, para una superficie de 1.899,1 Há. Considerando una dotación de 0,30 l/s/há. conforme a la relación altura - dotación con la fórmula de Blaney – Criddle, se requiere un caudal de 569,73 l/s, que comparado con el caudal disponible de 386.24l/s, permite establecer un déficit de 183,49 l/s (Información proporcionada por la SENAGUA en el informe del 2006 antes mencionado).

Sumados los caudales parciales concesionados de: 42,0 l/s que se utilizan en el óvalo Pilahuín, 53,0 l/s que se derivan por el óvalo Conolongo y 290,0 l/s que corresponden al Consejo de Aguas de la Acequia Chiquicahua y Terceristas, repartidos de la siguiente manera: 96.87l/s para el uso de los terceristas equivalentes a aproximadamente 1/3 del caudal total y 193.37l/s equivalentes a 2/3 del caudal total para los comuneros, se obtiene un total de 385,00 l/s.

Horario y repartición del agua en las tercerías proporcionada por SENAGUA:

1. Garcés: 19 horas semanales, el día sábado de 05h00 a 24h00;
2. Quinche: 13 horas semanales, el día domingo de 00h00 a 13h00;
3. Yaculoma: 12 horas semanales, de domingo 13h00 a lunes 01h00;
4. Quinche: 16 horas semanales, el día lunes de 01h00 a 17h00;
5. Villacrés: 18 horas, de lunes 17h00 a martes 11h00;
6. Quinche: 18 horas, de martes 12h00 a miércoles 05h00, y
7. San Segundo – Salgado: 72 horas semanales, de miércoles 05h00 a sábado 05h00.

Los canales bajan de los páramos occidentales y septentrionales y, en su mayoría, riegan hasta las partes bajas, atravesando varios pisos, con derechos y necesidades de agua distintas. En las partes bajas de la cuenca hidrológica se han concentrado históricamente los derechos de agua, sus pobladores son los constructores de la mayoría de los canales grandes. Además la cuenca cuenta con canales comunitarios que conducen caudales más pequeños, en general ubicados en las zonas indígenas de la parte alta.

A excepción del canal Huachi Pelileo que es un canal estatal transferido a los usuarios, todos son canales antiguos, la mayoría construidos por haciendas y ahora administrados por juntas de regantes.

A continuación el resumen de los datos sobre el reparto del agua entre pisos del canal que interviene en esta propuesta:

Tabla 1
Sistema Chiquicahua

Zonas de riego		Caudales	Usuarios	has
Zona alta y media	Pucara Grande	85	1'800	1'480
	Pilahuín			
Zona Baja	Chibuleo	20%	50%	1'464
	Pataló Alto			
	Chacapungo			
	San Miguel			
	Benigno Vela			
	El Quinche	300	2'000	1'464
	Miñarica	80%	50%	1'464
	Santa Rosa			
Total	6'170 ha	385	3'800	2'944

Como ya se anotó anteriormente, de acuerdo a información facilitada por SENAGUA, el caudal proporcionado a las tercerías entre ellas Yaculoma es de 96.87lt/s continuos, durante doce horas de domingo 13h00 a 01h00, que equivale a 348732lt/h:

$$\frac{96.87\text{lt}}{\text{s}} \left| \begin{array}{l} 3600 \text{ s} \\ \hline 1 \text{ hora} \end{array} \right. = 348732\text{lt/h}$$

Es decir que en 12 horas se tendrá 4'184.784 litros o 4184,784m³, que es el volumen que corre por toda la tercería. Ahora bien, de acuerdo al padrón proporcionado por SENAGUA, en el informe sobre la acequia Chiquicahua, mencionado antes, el número de hectáreas cultivadas en Yaculoma es de 13.5, es decir que teóricamente a cada hectárea de cultivo le corresponde 309.984m³.

$$\begin{array}{l} 348732\text{lt} \longrightarrow 1 \text{ hora} \\ X \longrightarrow 12 \text{ horas} = 4'184.784\text{lt} = 4184,784\text{m}^3 \end{array}$$

$$4184.784\text{m}^3/13.5\text{há} = 309.984\text{m}^3/\text{há}.$$

Pero en la realidad, la hectárea en la que se efectuará la tecnificación del sistema de riego solo recibe 250m³ en doce horas, que es el tiempo de circulación de la acequia Chiquicahua en Yaculoma. Se corroboró experimentalmente el volumen

de agua: un recipiente de 20 litros de volumen, colocado a la entrada del agua al terreno se llenó en 3.5 segundos (aproximadamente 4 segundos), que es igual a 0.00096 de hora, por lo que en 12 horas se tiene un volumen de 250000 lt o 250m³. Posteriormente se determinará el volumen de agua necesario para cubrir la demanda del cultivo.

$$\begin{array}{lcl}
 20\text{lt} & \longrightarrow & 0.00096 \text{ hora} \\
 X & \longrightarrow & 12 \text{ horas} = 250000\text{lt} = 250\text{m}^3
 \end{array}$$

6.1.2.- Conflictos en el manejo actual del agua en la parte baja del páramo en la provincia de Tungurahua.

Los conflictos entre usuarios de los distintos pisos, las disminuciones de caudales debidas a la mayor explotación de las partes altas, las deficiencias en el reparto y en la infraestructura de conducción y de reparto provocan pérdidas de eficiencia en la distribución y el aprovechamiento del agua. Los niveles de coordinación entre las organizaciones de regantes de los varios pisos son muy variables en función de los sistemas. Los conflictos que existen alrededor del acceso al agua de riego se deben a:

- Un riesgo de déficit hídrico alto por las condiciones de suelo y clima: suelos franco-arenosos a arenosos y secos, una pluviometría baja de 530 mm/año en promedio, con una temporada seca de tres meses (agosto a octubre).
- Una presión siempre mayor de los usuarios de las partes bajas sobre el recurso debido a la parcelación de la tierra y la división de los derechos.
- Una intensificación de los cultivos (mora, invernaderos) que implica mayores requerimientos en agua.
- Una competencia entre demandas de agua para riego y para consumo humano (zonas de expansión urbanística).

6.2.- Antecedentes de la propuesta

Es imprescindible mencionar que varias han sido las investigaciones e inventarios respecto a mejoras que se pueden conseguir en la captación, conducción y distribución del agua de riego en la provincia de Tungurahua; entre los estudios más importantes está el emprendido por el Instituto de Ecología y Desarrollo de las Comunidades Andinas (IEDECA), esta es una Institución privada sin fines de lucro, que brinda servicios a sectores campesinos marginados de la sierra ecuatoriana. Obtuvo reconocimiento jurídico del Estado, el 14 de febrero de 1990, con Acuerdo Ministerial No. 00235. En la Provincia de Tungurahua, a través de su Oficina Regional, desde el año 1997 ejecuta el Proyecto “Conservación de Recursos Naturales y Riego Campesino en la Cuenca Alta del Río Ambato-CORICAM”, con una zona de influencia que abarca alrededor de 8.500 familias ligadas al sistema de riego de los canales: Cunucyacu - Chimborazo, Chiquicahua, Toallo Alobamba y Toallo Comunidades. El proyecto CORICAM, planteó el difícil reto de lograr un ordenamiento de las aguas y los sistemas de riego para lo cual propuso la centralización de la gestión del riego en Juntas Centrales, añadiendo un escalón en la jerarquía organizativa de la zona y pretendió incidir en un proceso de reordenamiento territorial a favor de objetivos de mayor equidad en el acceso a los recursos de grupos sociales excluidos.

Así mismo el Proyecto de Manejo de Cuencas Hidrográficas PROMACH se encuentra ejecutando actividades relacionados con la gestión del agua, el riego campesino, el manejo sustentable de los recursos naturales y el fortalecimiento de las capacidades locales en la zona de influencia a través de la participación y cooperación de los actores involucrados.

Es muy importante resaltar que en base al convenio de cooperación interinstitucional entre el Honorable Consejo Provincial de Tungurahua, Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), Instituto de Ecología y Desarrollo de las Comunidades Andinas (IEDECA), Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA) y el Proyecto de Manejo de Cuencas Hidrográficas (PROMACH - GTZ),

se inicia el “Proyecto de Inventario y Diagnóstico del Recurso Hídrico de la Provincia de Tungurahua desde el 21 de Abril del 2003”. Cuyos resultados también aportan en la consecución de la propuesta de esta Tesis.

Como adición: es poco probable que planes tan integrales, vean su concreción debido a la falta de instituciones de apoyo y fuentes financieras. Lo más importante de estos planes es que han ratificado los grandes logros estratégicos como la protección del páramo.

Dentro de los antecedentes que se destacan, deben ser tomados en cuenta dos proyectos de tesis, elaborados por estudiantes de la facultad de Agronomía de la Universidad Técnica de Ambato. Estas son: “requerimientos hídricos en brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*) con dos niveles de N P K” DE 1997, de Edison Tapia, de la que subrayo los estudios realizados en la búsqueda del coeficiente de K_c , necesario para la determinación de la evapotranspiración del brócoli y que avalan la utilización de los coeficientes otorgados por la FAO que se adoptarán posteriormente. La segunda es: “Determinación de la eficiencia de riego en un sistema de microaspersión en el cultivo de brócoli (*brassica oleracea*)” de 2007, de Verónica Gallegos, de la que acojo teoría para la fundamentación de esta propuesta.

6.3.- Justificación

Todo proyecto que mitigue el problema en el que el agua es cada vez más escasa para todo uso y sobre todo para riego, tiene su justificación intrínseca, puesto que estamos entrando en una crisis que nos muestra que este recurso es imprescindible para la vida y de cualquier sistema productivo. El recurso hídrico no tiene un carácter ilimitado, la mayoría de sus vertientes están ubicadas en las zonas de páramo, que son ecosistemas frágiles y de difícil recuperación cuando han sido alterados en forma significativa. La presión por la tierra se ha dado especialmente en los páramos con un proceso rápido de deterioro ambiental. Es por ello que es justificable el diseño modular de un sistema de riego por aspersión, el mismo en el

que se utilizará el agua de forma racional y responsable y por ende se aportará con el cuidado del páramo.

En la provincia de Tungurahua se realizan y deberán seguir realizando proyectos en donde se busque la solución de los problemas que presenta la provincia sobre el uso y manejo del recurso agua, problemas como:

- La conflictividad entre usuarios y grupos sociales
- Degradación de vertientes y suelos
- Cambios en el uso del suelo
- Disminución de caudales
- Alteración en el régimen hidrológico
- Influencia sobre la química del suelo y agua
- Producción de agentes contaminantes
- Sobre-explotación
- Pérdida de agua por conducción y uso (riego, agua potable).

Entonces al enfrentar estos problemas con estrategias de desarrollo que nos conduzcan a la sustentabilidad del recurso hídrico se demuestra el diseño de un sistema de irrigación por aspersión, debido a las ventajas que representa este sistema de riego en zonas como en el sector Miñarica – San Vicente – Yaculoma de la parroquia Santa Rosa del cantón Ambato, que servirá de referente como proyecto pionero de tecnificación de la irrigación en el sector, en vista de que aún se realizan prácticas ancestrales no tecnificadas para llevar a cabo este propósito, es por ello que la propuesta está encaminada a desarrollar un sistema de riego modular en un área determinada, que serviría de unidad base o ejemplar para los propietarios de terrenos agrícolas de la comunidad que mayormente tienen características similares.

Por otro lado mientras el agua se convierte más en un recurso de desarrollo escaso y costoso, y se incrementan los costos de mano de obra agrícola, los agricultores del mundo encuentran que es más justificable económicamente usar sistemas de riego presurizados para aplicar agua al suelo, puesto que un sistema por aspersión

una vez puesto en marcha después no necesita mayor atención. En este sentido la evaluación económica de los proyectos de riego tecnificado pretende alcanzar una rentabilidad mínima aceptable, para lograrla el comportamiento de los sistemas debe ser revisado, evaluando algunos aspectos tales como la cuestión técnica, como por ejemplo: lograr mayor superficie regada en un ciclo, haciendo un balance entre el menor consumo de agua por ciclo y por cultivo con la mayor rentabilidad del mismo, el mercado y las preferencias del consumidor, sólo por mencionar algunos.

También es preciso señalar que el uso tecnificado y consciente del agua reducirá la contaminación de los terrenos y vertientes de agua del sector, evitando grandes cantidades de filtraciones de fertilizantes y agroquímicos en general, por el uso irracional de los mismos. Así mismo ayudará a una mejor lixiviación y alejamiento de las sales fuera de la zona radicular de la planta. De igual forma el sistema de riego por aspersión posibilita la siembra oportuna de los cultivos, disminuye la erosión y contribuye a la conservación de la capa arable, viabiliza el control mecánico de algunas plagas, reduce la cantidad de mano de obra y el costo de movimiento de tierras, permite obtener mayor productividad y más ingresos económicos, reduce los costos de operación y mantenimiento del sistema de riego, reduce el costo en jornales para el riego en parcela, permite una diversificación de especies para mejorar la dieta alimentaria, reduce los riesgos para la producción por efecto del clima y de plagas e incrementa la actividad pecuaria.

6.4.- Objetivos

6.4.1.- Objetivos generales

- Presentar el diseño modular de un sistema de riego por aspersión en el terreno perteneciente al señor Óscar Guerrero, que sirva de ejemplo para

los moradores de la comunidad de San Vicente Yaculoma, de la Parroquia Santa Rosa que decidan tecnificar la irrigación en sus cultivos.

- Determinar el tipo de cultivo que se adapte a las condiciones de la zona y que presente beneficios en la producción.
- Demostrar que la utilización de un sistema de irrigación por aspersión en las condiciones existentes, minimiza el caudal de riego.

6.4.2.- Objetivos específicos

- Adoptar el sistema de riego, que incluye diseño tipo de la captación desde el canal hasta la reserva, dispositivos de salida del tanque de reserva, tuberías principal y secundarias, así como los dispositivos de aspersión.
- Resolver el problema que se presenta en la época en que por el canal no circula agua.
- Prescindir de un horario y calendario de riego para el uso del agua del canal al construir un tanque de reserva.
- Determinar el costo promedio típico para una hectárea del sembrío escogido.

6.5.- Análisis de factibilidad

La presión por el agua se encuentra mayormente en la zona media de los páramos de la provincia de Tungurahua, desde Pilahuín hasta San Luis y Santa Rosa que es a su vez el nudo organizativo más fuerte que tienen las Juntas de Regantes. Sin duda racionalizar el agua posibilita el aplacamiento, en parte, de los problemas que conlleva una desigual repartición del recurso, que directa o indirectamente afecta a las zonas media y baja del páramo de la provincia. Lo que convierte en un accionar muy loable la implementación de sistemas de riego conscientes con el medio ambiente y economía de los agricultores, al igual que la realización de estudios relacionados con el crecimiento del agro ecuatoriano.

El diseño de un sistema de riego modular por aspersión, es posible llevarlo a cabo pues se lo implantará en terrenos donde la topografía permita tener la pendiente adecuada y donde haya un canal que abastezca de agua para el riego, escenarios muy comunes en el sector y la parroquia en general, es decir, podrá ser implantado en cualquier sector de Yaculoma e incluso en otras parroquias colindantes a Santa Rosa, que cuenten con las condiciones similares a las de esta propuesta.

Además, debido a que aportará a la continuidad de beneficios agropecuarios buscados por varios programas gubernamentales y no gubernamentales, encaminados al desarrollo sostenible de la agricultura, se puede obtener luz verde y financiamiento, por parte de estos organismos para la consecución de sistemas de riego tecnificado. Estos planes buscan, por un lado, la utilización sistematizada del agua, encajando a la perfección el diseño modular de un sistema de riego por aspersión. Pues hoy por hoy, hay más facilidades para los agricultores, y si bien es cierto, siempre habrán dificultades para los más desposeídos, una gran parte de los sectores colindantes a Yaculoma pueden ser acreedores a las facilidades de crédito que manejan varios programas de desarrollo agrario, para así invertir en la tecnificación del riego.

Una lógica de inversión en cultivos altamente rentables y tecnificados como la fresa, alcachofa, brócoli y más, permite altos niveles de ingreso. Al igual que una intensificación productiva a favor de producciones agrícolas y pecuarias rentables. Por un lado los cultivos más comunes que se siembran en el sector debido al clima templado seco de la parroquia (temperaturas que oscilan como promedio de 14 a 17°C) son: maíz, lenteja, papas, arveja, haba, cebolla, entre otros. Por otro lado la originalidad y factibilidad del cultivo de brócoli en el sector estarían garantizadas, por tratarse de un producto agrícola que se adapta a las condiciones del clima, terreno y rentabilidad económica que buscan los agricultores de la parroquia de Santa Rosa.

Asimismo el diseño modular de un sistema de riego por aspersión que cuente con un reservorio es posible realizarlo debido a que en la zona no se cuenta con sistemas de riego de este tipo, por lo que se aportará con algo nuevo para el sector que busca la tecnificación de la agricultura y un uso racional del agua.

También es parte fundamental de esta propuesta, con el propósito de mejorar la producción del terreno, determinar la factibilidad de introducción de un “nuevo” cultivo para la zona, tomando en cuenta, por supuesto, las condiciones del sector y la rentabilidad que supone la inversión de un nuevo cultivo, para ello se describe a continuación la adopción del patrón de cultivos y el plan de cultivos.

6.5.1.- Adopción del patrón de cultivos

Para llegar al diseño de un patrón de cultivos, en determinada zona de producción futura de riego, en este caso en la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato, se requirió las sugerencias de técnicos especializados y con experiencia, que laboran en el MAGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca), cuya iniciativa, sostenida por el conocimiento de la zona, promulgó la inclinación hacia el cultivo de **brócoli**, también tomando en cuenta el auge del producto y su rentabilidad que puede ser muy alta. Así mismo se debe conocer previamente varios factores que influyen en forma decisiva en la elección adecuada.

- La climatología nos impone ciertas limitaciones al mismo tiempo que permite el conocimiento de los requerimientos hídricos necesarios para el normal desarrollo de la planta. El clima de la Parroquia Santa Rosa y específicamente Yaculoma es templado frío y la temperatura está alrededor de los 16° C, clima apto para este tipo de cultivo, en su variedad semi tardía. En el capítulo 6.6.8, se detalla de mejor manera las necesidades del cultivo de brócoli. De esta forma se podrá confirmar que si es posible la inclusión de este cultivo en Santa Rosa sector Yaculoma.

- El suelo determina la posibilidad de utilización de cual o tal producto, de igual modo que hace conocer sus exigencias de tratamientos lixivíaticos, fertilizantes y más. De acuerdo a información encontrada en “El Reporte de Análisis de suelos” con los siguientes datos: N° de reporte: 20.521, N° de muestra: 81884, con fecha de salida de resultados: 09 de febrero 20 2011, cuyos análisis fueron realizados en: Estación experimental “Santa Catalina”, en el laboratorio de manejo de suelo y aguas y de cuyo responsable es la Ing. Belén Ramos funcionaria del MAGAP, en los sectores de Cuatro esquinas y Yaculoma, parroquia Santa Rosa, el PH del suelo varía de 6.2 a 8.2, teniendo como promedio 7.0, es decir tienen tendencia a la acidez, con texturas que van de franco arenosos a franco, condiciones ideales para el cultivo de brócoli. También es importante mencionar que las salinidades de los suelos y agua de la acequia Chiquicagua no son excesivas.

- El mercado, la posibilidad de venta de productos de forma total e inmediata, sea por la demanda que es grande y continua o porque los lugares de consumo sean cercanos al sitio de producción. En este ítem debemos tomar en cuenta que la parroquia Santa Rosa comercializa sus productos con relativa facilidad debido a su carretera principal en buen estado con vías secundarias adecuadas. En este punto también se debe rescatar que la exportación del brócoli ha tomado fuerza en los últimos tres años.

- Tradición que obliga en parte a utilizar un patrón de cultivos que involucra la mayoría de productos que han sido cultivados tiempos atrás en el lugar del proyecto.

Aquí podemos relevar la importancia de la disponibilidad de riego, permitiendo hacer posible el cultivo de nuevos productos en condiciones ventajosas, derivadas del beneficio del agua, asistencia técnica y económica que el proyecto tiene consigo.

6.5.2.- Plan de cultivos

El plan de cultivos que se propone en este caso, hace hincapié en la tecnificación por hectárea con sembríos de brócoli, el mismo que se adaptaría a la zona con facilidad y que podrá ser implantado en casi cualquier parte de la parroquia.

En consideración al patrón de cultivos, es necesario destacar la importancia que conlleva el efectuar la rotación de cultivos del ciclo corto, los cuales dado el ciclo vegetativo que poseen, pudiendo realizar su siembra hasta dos veces en el año.

6.6.- Fundamentación

6.6.1.- Características del riego por aspersión

La aspersión es un sistema de riego que distribuye el agua en forma de lluvia sobre el terreno. El agua no se transporta, como en el riego de pie, a cielo abierto o, más modernamente, mediante tuberías de baja presión, hasta la parcela, donde va avanzando e infiltrándose simultáneamente.

El agua va en conducción cerrada, a presión, hasta el aspersor y desde este, por el aire, cae en forma de lluvia sobre la parcela, infiltrándose, sin desplazarse sobre el suelo. Para poder ser distribuida de forma eficiente es necesario que alcance una cierta presión, denominada presión de trabajo del aspersor. Por ello es necesaria la instalación de material de riego en parcela, al contrario que en el riego tradicional de pie.

Dicho material está constituido por tuberías, aspersores y grupo de bombeo (en el caso de ser necesario). Este sistema representó un avance en la tecnología del riego, en poco tiempo aumentó espectacularmente su utilización en los regadíos, debido a la mayor adaptabilidad que presenta en terrenos con topografía y propiedades físicas no demasiado apropiadas para el riego

tradicional por gravedad y a la posibilidad de regar nuevas tierras que hasta entonces se consideraban no aptas para el riego, por carecer de la tecnología adecuada.

Ahora bien, lo anterior no afirma que la aspersión sea el sistema de riego por excelencia. Presenta evidentes ventajas en algunos casos, así como inconvenientes en otros. Sin embargo, las primeras son mucho más conocidas que las desventajas, pues no olvidemos que también es un producto comercial y la publicidad da palabra de practicidad para el constructor.

6.6.1.2- Ventajas del riego por aspersión

- “Permite el riego de terrenos muy ondulados, sin necesidad de sistematización de los mismos, como en el caso del riego por gravedad.

A veces la nivelación de terrenos presenta graves inconvenientes, sobre todo si la capa arable es poco profunda o el subsuelo presenta condiciones impropias para el cultivo.

- Permite el riego de terrenos que no es posible nivelar o cuya pequeña o alta conductividad hidráulica no aconsejan el riego por gravedad, debido a las cuantiosas pérdidas que se producen por escorrentía y arrastre de terrenos, en el primer caso y por percolación profunda en el segundo.

La eficiencia de este sistema suele ser mayor que la del riego tradicional por gravedad, lo que evidentemente permite un ahorro de agua que, siendo tan significativa en estos tiempos, tiene gran importancia.

Por otro lado, debe quedar claro que este ahorro de agua no es tan espectacular e importante como en algunos casos se dice, pues se deben comparar instalaciones de riego en las mismas condiciones.

En ciertos casos se comparan riegos por aspersión recién acabados y con los últimos adelantos técnicos con riegos por gravedad con muchos años, por no decir siglos, de utilización y con el consiguiente deterioro de las instalaciones, para poder aportar datos de importantes ahorros de agua que justifiquen la puesta en riego por aspersión.

Actualmente, con las modernas tecnologías de riego por gravedad (nivelación con rayos Laser, distribución de agua por tuberías de baja presión, reutilización del agua de escorrentía en cola de parcela) se pueden alcanzar eficiencias muy parecidas a las del riego por aspersión. Normalmente los riegos por gravedad tradicionales no disponen de dichas tecnologías, lo que justifica una mayor eficiencia del riego por aspersión.

- Permite una disminución de la mano de obra necesaria en el riego, en comparación con los sistemas tradicionales.

Este ahorro es muy variable pues depende del tipo de instalación diseñada. La mano de obra se utiliza especialmente en el traslado de alas móviles de aspersores a sucesivas posiciones de riego, existiendo diferentes sistemas con necesidades variables.

Como regla general se debe tener en cuenta que la disminución de mano de obra va acompañada por un aumento de la inversión inicial. Esta alcanza sus mayores cotas en los sistemas autopulsados en los que aquella es prácticamente nula durante el riego y solo necesaria para arranques, paradas y control del riego y de sus accesorios.

Además el regante no necesita ninguna especialización, lo que en zonas de nuevos regadíos puede tener importancia, ya que la técnica del regante, al no manejar el agua, no influye en la eficiencia del riego. Asimismo, el trabajo es menos penoso desde el punto de vista físico, no alcanzando la dureza, por las condiciones en que

se realiza, de los tradicionales riegos por vertido o inundación, que, en ciertos casos, repercute en un aumento de los jornales.

- Evita la construcción de canales y acequias sobre el terreno, tanto de los definitivos como de los provisionales, y no existen obstáculos para una fácil mecanización, cada vez más necesaria en la agricultura moderna, y para un manejo más eficaz y rápido de la maquinaria, lo que repercute en menores gastos de utilización de esta.

- Al mismo tiempo desaparecen los trabajos de conservación de dichas redes de distribución, que tan necesarios son para una buena eficiencia en el uso de agua. En cuanto a la superficie cultivada que por esta misma razón se gana, salvo raras excepciones, no tiene gran repercusión, aunque algunos autores le den cierta importancia.

- Conserva las propiedades físicas óptimas del suelo, al no necesitar movimientos de tierras que destruyen su estructura. Al distribuir el agua en forma de lluvia no se producen, estando bien diseñado el riego, compactaciones ni costras. Todo ello favorece el desarrollo de los cultivos, pudiendo incrementar su producción, ya que se puede modular muy fácilmente volúmenes de riego según tipos de suelo y profundidad radicular de los cultivos en las diferentes etapas del ciclo vegetativo.

- Posibilita la distribución en el agua de riego de sustancias fertilizantes y de tratamientos químicos, con una mejor dosificación de dichos elementos, con el consiguiente aumento de eficacia en su uso. Al mismo tiempo se produce un ahorro, tanto por las menores cantidades de productos utilizados, como por la disminución de mano de obra y maquinaria necesaria para su distribución.

- Produce una gran oxigenación del agua, por lo que se pueden emplear aguas ácidas y cierto tipo de residuales que no es posible utilizar en riego por gravedad.

- En caso de nuevos regadíos, la transformación se puede realizar fácilmente por sectores, con una inmediata puesta en producción del sector acabado, lo que permite por un lado fraccionar la inversión necesaria, y por otro obtener más rápidamente una rentabilidad económica de los trabajos efectuados, Todo ello repercute favorablemente en la viabilidad de la puesta en riego, disminuyendo las necesidades de tesorería para dicha transformación.

Cuando los nuevos regadíos son de carácter privado este punto puede alcanzar una gran importancia” [Riego por aspersión”, G. Castañón Lion.,1991]

6.6.1.3.- Inconvenientes de la aspersión

- “Coste de instalación relativamente elevado, debido a la necesidad de disponer, salvo raras excepciones en que exista una presión suficiente del agua, de grupos de bombeo así como de tuberías y aspersores.

Para pequeñas explotaciones el límite económico es difícil de determinar pues intervienen factores de muy diversa índole. Como regla general se puede aceptar la superficie de 10 hectáreas. Para superficies menores es aconsejable la reunión de varias de ellas para poder utilizar un mismo equipo de riego, salvo que se trate de instalaciones totalmente móviles, tomando agua desde diferentes puntos. Este es el caso de pequeñas instalaciones que utilizan bombas acopladas al motor de algún tractor.

- Mayores costos de funcionamiento, ya que necesita una presión de trabajo a la salida del aspersor, como mínimo del orden de 20 m.c.a. En cabeza de la instalación la presión necesaria será mayor, debido a las pérdidas de carga que se producen en las tuberías, aumentando con la longitud de estas últimas.

Es evidente que el aumento del precio de la energía en los últimos años obliga a reconsiderar una serie de criterios sobre la utilización de ciertos sistemas de riego

por aspersión, principalmente los de alta presión, que en su día, y con ciertos condicionantes, conocieron un gran auge.

En este aspecto la nueva tarificación eléctrica aporta nuevas perspectivas de utilización, como ya veremos más adelante.

- Necesidad de una adecuada calidad de agua utilizada, ya que en casos en que esta contenga elementos disueltos o sustancias en suspensión, los equipos pueden resultar dañados por las posibles reacciones químicas o desgastes que se pueden producir. En estos casos los gastos de conservación aumentan, necesitándose dispositivos de protección, generalmente caros y no siempre efectivos, produciéndose un deterioro de los accesorios del equipo de riego.

Por todo ello se acorta la vida útil de la instalación y disminuye la calidad del riego, debido a una mala uniformidad de distribución del agua, con el consiguiente perjuicio en la producción de los cultivos.

- Necesidad de un suministro de agua de forma continua o al menos lo más prolongada posible. La distribución discontinua del agua, caso típico de los turnos de riego, obliga a aumentar el equipo, con el fin de poder utilizar toda la dotación durante el horario en que esta se recibe, o bien a la construcción de un depósito de almacenamiento. En ambos casos se produce un aumento de los gastos de instalación”. [Riego por aspersión”, G. Castañón Lion.,1991]

6.6.2.- Recomendaciones generales

“De todo lo dicho anteriormente se puede considerar que, con carácter general, la aspersión se puede recomendar en los siguientes casos:

- Terreno con topografía muy ondulada. La sistematización del mismo para riegos por gravedad puede resultar muy costosa.

- Suelos poco profundos. La nivelación de los mismos puede ser perjudicial o para evitar perjuicios su correcta ejecución puede ser muy costosa.

- Terrenos poco o muy permeables. La aspersión permite obtener buenas eficiencias de riego y apreciables ahorros de agua.

- Agua factor limitante o muy cara. Es conveniente la utilización de un sistema de mayor eficiencia en el uso del agua, debiendo tener en cuenta las consideraciones efectuadas anteriormente a este respecto.

- Agua obtenida en pozos profundos. Son necesarias grandes elevaciones de agua con potencias de bombeo importantes. El aumento de energía que requiere la aspersión no tiene grandes repercusiones económicas.

- Ausencia de mano de obra especializada que conozca el manejo del agua de riego. Esta circunstancia puede producirse en zonas de nuevos regadíos donde, para riego por gravedad utilizado correctamente, es necesario formar al regante.

De igual manera la aspersión se puede desaconsejar en los siguientes casos:

- Suministro de agua discontinuo. El riego está sujeto a horarios o turnos de cortos espacios de tiempo y gran caudal, que obliga a instalaciones de aspersión muy grandes, con mucho material de riego, o a la construcción de depósitos para regulación del agua.

- Agua con sustancias disueltas o en suspensión. El material puede sufrir corrosión o erosión.

- Cuando el coste de una instalación de aspersión supere al de pie en una cantidad que podrá variar según el valor de diferentes factores. Para ello es necesario un mínimo estudio económico, pero según diversos autores se puede considerar como aceptable un aumento del 25%.

Otras limitaciones de tipo económico, que en algunos casos se han calculado, referentes a costes de funcionamiento, necesidades de mano de obra, alturas máximas de elevación del agua de riego, etc., requieren, para poder dar

valoraciones exactas en cada caso, un detallado estudio. En este hay que tener en cuenta los diferentes costes de inversión, funcionamiento y mantenimiento, que fluctúan con los diferentes precios de mano de obra, energía, etc. Estos costes, además, deben estar en consonancia con el rendimiento económico del cultivo, también variable estacionalmente. Todo el mundo sabe que un cultivo con mayores rendimientos o con precio de venta más elevado permite mayores gastos de producción y, por ende, de riego”. [Riego por aspersión”, G. Castañón Lion., 1991]

6.6.3.- Perspectivas de la aspersión

“A lo largo de los años, el riego por aspersión ha venido sufriendo una serie de alternativas y modificaciones, en función de las variaciones producidas en los parámetros que intervienen en su diseño y, sobre todo, en su coste.

Inicialmente la aspersión se basaba en la posibilidad de regar durante un extendido horario, lo que disminuía el caudal de riego y el diámetro de las tuberías necesarias para el mismo, lo que repercutía en una menor inversión inicial.

Todo ello era posible ya que la mano de obra era relativamente barata y las jornadas de trabajo, sobre todo en el campo, tenían pocas limitaciones. Al mismo tiempo se podía considerar que la energía no era cara.

Poco a poco la variación de estos dos factores, principalmente su encarecimiento, ha provocado un paulatino cambio en la tecnología de las instalaciones de aspersión.” [Riego por aspersión”, G. Castañón Lion., 1991]

6.6.4.- Mano de obra

“La mano de obra, a lo largo de los años, ha sufrido también variaciones importantes. Por un lado su precio ha experimentado grandes aumentos y por otro

los horarios hábiles han disminuido, buscando al mismo tiempo una mayor comodidad en los mismos y un menor esfuerzo físico en la mayoría de los casos. Este aumento del precio de la mano de obra ha tenido una gran incidencia en el diseño de las instalaciones, persiguiendo un mayor ahorro de la misma. Por esta razón, el sistema tradicional de alas de riego móviles, generalmente de duraluminio, que es necesario desmontar, transportar a brazo o en remolque y volver a montar, puede ser sustituido por las siguientes modalidades:

- Sistemas con mangueras, trineos o carritos, que permiten el arrastre sobre el terreno de toda el ala de riego hasta la position siguiente.

- Sistemas de cobertura total, con tubería generalmente enterrada, donde únicamente se transportan los aspersores.

- Sistemas mecanizados y autopropulsados, con mayor o menor automatización, donde la mano de obra necesaria puede ser prácticamente nula.

El horario diario de riego también ha variado, acoplándose a los horarios de trabajo actualmente en vigor que, generalmente, son de 8 6 9 horas diarias. Un factor a considerar a este respecto es la superficie de la parcela. Una explotación pequeña no suele presentar graves problemas por esta causa, por su carácter generalmente familiar, sin o con escasos asalariados, pudiéndose regar, en las épocas punta, en jornadas de mayor duración.

Ahora bien, en grandes explotaciones es muy difícil, por no decir imposible o a precios muy elevados, que la mano de obra asalariada riegue regularmente fuera del horario de trabajo existente, salvo en circunstancias muy excepcionales y en contadísimas ocasiones a lo largo del año.

Prácticamente hay que descartar horarios de riego del orden de 14 a 16 horas, con muchas posiciones de las alas regadoras y la consecuente disminución del material necesario y de la inversión inicial.

Al mismo tiempo la comodidad en el trabajo no aconseja diseñar alas móviles de diámetro superior a 3 pulgadas, pues el mayor peso de los tramos de tubería hace más penoso su manejo y aumenta los tiempos de transporte, con el consiguiente encarecimiento de los gastos de explotación.

A todos estos factores que parecen indicar, en las situaciones actuales, una tendencia hacia instalaciones de carácter semifijo o fijo, hay que añadir, en favor de estas últimas, la posibilidad de defensa anti helada, sistema hoy completamente puesto a punto, y que en muchas de nuestras regiones es imprescindible para producir ciertos cultivos más rentables”. [Riego por aspersión”, G. Castañón Lion., 1991]

6.6.5.- Instalaciones y sistemas de riego por aspersión

6.6.5.1.- Instalaciones

“Las instalaciones de riego por aspersión comprenden las siguientes partes:

- Un punto de alimentación de agua, que puede ser una toma conectada sobre una red de distribución a presión, o bien un deposito, un rio, un canal, un pozo o cualquier otro punto donde el agua pueda ser aspirada por una estación de bombeo, de ser necesario.

- Una red de tuberías principales, cuya misión consiste en llevar el agua hasta las parcelas de riego, instalándose sobre ellas las tomas para la conexión de las alas de riego.

- Alas de riego, en general móviles, a veces semifijas o fijas, que constituyen la parte regante propiamente dicha del dispositivo. Sobre ellas van instalados los aspersores, que son los aparatos a través de los cuales se distribuye el agua.” [“Riego y Drenaje. Manual para educación agropecuaria”. Berlijn, Johan D. Editorial Trillas. México1990]

6.6.5.2.- Grupos de bombeo

“Las instalaciones de bombeo pueden ser fijas o móviles. Están movidas por motores eléctricos, térmicos o por la toma de fuerza de un tractor. Se debe poner especial cuidado en la elección de la bomba, calcular adecuadamente la altura de elevación de la misma y su punto de funcionamiento (caudal y altura de elevación), que debe encontrarse en la zona de máximo rendimiento.

Es conveniente que los elementos del bombeo se encuentren protegidos de los factores atmosféricos, para una mayor duración y un funcionamiento óptimo de los mismos. Los motores eléctricos deben llevar los dispositivos de seguridad adecuados para evitar accidentes ya que, normalmente, existen siempre humedades que aumentan el peligro de descargas eléctricas”. [“Riego y Drenaje. Manual para educación agropecuaria”. Berlijn, Johan D. Editorial Trillas. México1990]

6.6.5.3.- Tuberías

“Las tuberías principales suelen ser generalmente fijas, aunque en pequeñas instalaciones pueden ser móviles o incluso no existir. Es el caso más sencillo donde la bomba, generalmente acoplada a la toma de fuerza de un tractor, alimenta directamente una pequeña ala de aspersores.

Dichas tuberías fijas generalmente van enterradas y tradicionalmente se construían en fibrocemento pero, en pequeños diámetros, cada vez se utilizan más las

tuberías de plástico, PVC y polietileno principalmente, debido a su más fácil montaje. En diámetros grandes no se suelen emplear por su mayor coste.

No hay ninguna regla que de preferencia técnicamente a tal o cual tipo de material. La solución óptima debe buscarse en cada caso particular, teniendo en cuenta las condiciones de uso y los precios resultantes.

Sobre estas tuberías existen a intervalos regulares, previamente calculados o bien a nivel de cada parcela, tomas donde se conectan las alas de riego.

Estas tomas presentan una gran variedad de dispositivos, desde los simples hidrantes, cuya apertura o cierre, mediante una caperuza, permite o evita el paso del agua. Hasta las más sofisticadas bornes de riego.

Estas bornes comprenden, además de la llave de paso, un limitador de caudal que evita el paso de caudales superiores a los módulos de riego previstos, un regulador de presión que mantiene esta constante en la salida del borne y un contador, mediante el cual se conoce el volumen total utilizado y permite la facturación correspondiente, cuando existe una tarificación, según cantidad de agua consumida.

Las tuberías móviles están constituidas por tramos de elementos ligeros, duraluminio y material plástico principalmente ya que el acero galvanizado, debido a su mayor peso, prácticamente no se utiliza en la actualidad. Son de dos tipos: tuberías rígidas y tuberías flexibles o mangueras. Las primeras están compuestas, generalmente, por tramos de 6 a 9 metros de longitud y su diámetro varía entre 50 y 150 mm, aunque los diámetros superiores a 100 mm se usan muy raramente y únicamente como tuberías auxiliares. La tendencia actual es utilizar tubos de pequeño diámetro para facilitar el transporte de los mismos.

Las uniones de estos tramos se realizan de tal forma que permitan un cierto movimiento angular de los elementos. La estanqueidad se puede conseguir mediante juntas de caucho macizas, comprimidas mecánicamente, sistema que va

desapareciendo, o bien mediante juntas de caucho troncocónicas, comprimidas por la presión del agua. En este caso, el sistema de enganche entre dos elementos consecutivos tiene como finalidad evitar su separación, pero no tiene efecto sobre la estanqueidad.

Junto a estos tramos de tuberías existen numerosos accesorios, del mismo material, entre los que se pueden citar codos, térs, tapones, válvulas, reducciones, etc., que permite en un fácil tendido de dichas tuberías y su puesta en riego sin tener que interrumpir, en caso necesario, la circulación del agua en toda la red. Todas estas tuberías y accesorios se caracterizan por su sencillez, ligereza, facilidad de manejo y resistencia a los golpes y a la corrosión.

A su vez las tuberías flexibles o mangueras, salvo raras excepciones, no suelen tener diámetros superiores a 40 mm (pulgada y media), ni longitudes tan largas como las anteriores, debido a las mayores pérdidas de carga que se producen. Están fabricadas con caucho reforzado o materiales plásticos de calidad, con el fin de soportar los esfuerzos durante su traslado sobre el terreno.

No se puede, como en el caso de tuberías principales, determinar, a priori, la conveniencia de una de ellas. Las condiciones de utilización y los precios existentes en el mercado deben ser los factores determinantes para su elección. A este respecto, las pérdidas de carga que se produzcan pueden tener un efecto preponderante, debido a su repercusión en los gastos anuales de explotación.

Un dato a tener en cuenta es que los diámetros comerciales de las diferentes tuberías no se miden de la misma manera. En unos casos (tuberías de hierro y fibrocemento por ejemplo) expresan el diámetro interior, mientras que en otros (PVC y polietileno principalmente) expresan el exterior. A efectos de cálculo de pérdidas de carga se deben utilizar secciones de paso de agua, es decir diámetros interiores.” [“Riego y Drenaje. Manual para educación agropecuaria”. Berlijn, Johan D. Editorial Trillas. México, 1990]

6.6.5.4.- Aspersores

“Sobre estas tuberías van instalados los aspersores que son los aparatos que distribuyen el agua sobre el terreno. En algunos casos no se utilizan aspersores, sino que las tuberías tienen una serie de agujeros, a lo largo de una o varias generatrices, por donde sale el agua. Son las llamadas rampas perforadas que, por su gran pluviometría, obligan a frecuentes desplazamientos y a su empleo en suelos muy permeables. En ciertos lugares su uso no está muy extendido, utilizándose solamente en algunos viveros e invernaderos.

Los aspersores normalmente utilizados son de dos tipos: chorro fijo y chorro rotativo. Los primeros, poco utilizados, tienen un alcance relativamente pequeño, generalmente menor de 12 metros y pluviometrías elevadas.

Los segundos son los normalmente empleados en agricultura y se subdividen en dos grandes grupos: aspersores de giro rápido y de giro lento. Los del primer grupo solo se utilizan en jardinería, invernaderos, pequeñas parcelas y más. Los del segundo grupo, giro lento, son los más empleados en el riego agrícola. Según la causa que produce el giro se clasifican en aspersores de reacción, de turbina y de cheque. Los dos primeros sistemas están en desuso y el tercero es prácticamente el único empleado. Su rotación se realiza por los movimientos alternativos de un brazo, uno de cuyos extremos interrumpe el chorro y el otro, de mayor masa produce el giro, mediante cheques. Dicho brazo va provisto de un

muelle recuperador, con el fin de alternar su movimiento y provocar sucesivos choques y giros.

En cuanto a la presión de trabajo, los aspersores se clasifican en tres grupos:

Baja presión: esta puede alcanzar hasta un máximo de 2 kgf/cm². Su caudal y radio mojados son pequeños y se usan principalmente en jardinería, huertos e invernaderos. Dentro de esta categoría se encuentran los aspersores de ángulo bajo, para el riego bajo árbol, que en ciertas condiciones, cuando no convenga mojar las hojas, pueden resultar muy útiles.

Actualmente, debido al aumento del precio de la energía, se tiende a utilizar la menor presión de trabajo posible, compatible con una correcta distribución del agua sobre la superficie a regar.

Media presión: esta está comprendida entre 2,5 y 4 kgf/ cm². Son los más comúnmente empleados ya que alcanzan marcos bastante amplios, llegando hasta la disposición de 24 x 24, con una correcta distribución del agua, con el consiguiente ahorro de material en parcela.

Alta presión: esta es mayor de 4 kgf/cm². Generalmente se les suele llamar cañones. Su marco puede alcanzar grandes dimensiones, con aparatos situados cada 60, 80 e incluso 100 metros. La distribución del agua no es buena, el viento ejerce mucha influencia y, debido a la gran altura de caída y al tamaño de las gotas, pueden producir daños a los cultivos y compactar al terreno. Por todo ello solo se suelen usar para el riego de praderas y forrajes en zonas con relieve ondulado”. [“Riego y Drenaje. Manual para educación agropecuaria”. Berlijn, Johan D. Editorial Trillas. México1990]

6.6.6.- Sistemas de riego por aspersión

“Los sistemas de riego por aspersión se pueden dividir en cuatro grandes categorías:

- Sistemas móviles.
- Sistemas semimóviles.
- Sistemas fijos.
- Sistemas mecanizados.

Dentro de cada sistema existe un gran número de modalidades, ya que. Partiendo de idénticos conceptos, los fabricantes van modificando piezas y perfeccionando mecanismos con el fin de aportar al agricultor soluciones que se adapten mejor a cada caso concreto. En consecuencia, entre aparatos clasificados dentro de la misma categoría pueden existir inmensas diferencias, teniendo únicamente en común, un concepto básico del sistema de riego”. [Riego por aspersión”, G. Castañón Lion., 1991]

6.6.6.1.- Sistemas móviles

“Como su nombre indica ninguna de sus partes es fija. La superficie regada suele ser pequeña. Se emplean generalmente para dar riegos de complemento o de socorro. No suelen emplear un punto fijo de toma de agua sino uno diferente en cada posición de riego, generalmente a lo largo de un cauce, embalse, etc.

Es el más simple de los sistemas. El grupo motobomba móvil, en numerosas ocasiones bomba acoplada a la toma de fuerza de un tractor, envía el agua a una tubería con acoplamientos rápidos, generalmente duraluminio, que se tiende sobre el terreno. Sobre dicha tubería van instalados los aspersores, aunque más modernamente, con el fin de disminuir el número de posiciones de la bomba y de dicha tubería, se acoplan a ella mangueras con un aspersor en su extremo. Este es el que se desplaza y para facilitar su movimiento suele ir montado sobre ruedas o

trineo. Cada aspersor ocupa sucesivamente varias posiciones antes de ser necesario mover toda la instalación.

Este sistema, sobre todo si no se utilizan mangueras, tiene el inconveniente de necesitar una abundante mano de obra”. [Riego por aspersión”, G. Castañón Lion., 1991]

6.6.6.2.- Sistemas semimóviles

“Cuando la superficie regada aumenta, tanto el grupo motobomba como las tuberías abastecedoras son mayores y en consecuencia más pesadas y de más difícil manejo. Al mismo tiempo, si su utilización requiere que sean móviles, su precio sufre una gran subida. Por ello parece aconsejable una instalación fija, debidamente protegida (grupo motobomba bajo techado y tubería enterrada), con el fin de aumentar su vida útil y no presentar obstáculos a la maquinaria agrícola. Generalmente las alas de riego se mantienen sobre el terreno, moviéndolas manualmente de una posición de riego a la siguiente. La unión con las tuberías enterradas se hace mediante hidrantes, que fuera de la época de riego son los únicos elementos que sobresalen por encima del terreno. Para su mayor duración conviene que vayan protegidos, bien por arquetas de albañilería o por cualquier otro sistema.

La mano de obra disminuye con respecto al sistema móvil, ya que se transportan menos tuberías.

En esta misma categoría podemos incluir el sistema llamado de cobertura total, que consiste en tender sobre el terreno todas las alas de riego y transportar únicamente los aspersores de una posición a la siguiente.

Esta indicado en cultivos de porte alto (muy empleado en maíz por ejemplo), en donde el traslado, carga y descarga de los tubos es difícil y arduo. De esta forma dichas tuberías solo se mueven dos veces al año: al principio de la campaña para

instalarlas y al final para recogerlas. La mano de obra necesaria es mucho menor, aunque la inversión inicial aumenta, al existir una mayor cantidad de material en parcela”. [Riego por aspersión”, G. Castañón Lion., 1991]

6.6.6.3.- Sistemas fijos

“En los tipos de instalación descritos anteriormente la mano de obra suele ser un factor limitante y condicionante. Con el paso del tiempo, esta ha ido escaseando, sobre todo en labores arduas y al mismo tiempo, aumentando su coste. Por este motivo han ido aumentando las instalaciones fijas, casi siempre enterradas, donde únicamente se desplazan los aspersores.

Este sistema se ha visto favorecido por la evolución de la tecnología de los plásticos, con tuberías de menor diámetro que las tradicionales de fibrocemento y, en consecuencia el abaratamiento de las mismas, que suelen ser de pequeño diámetro, ya que por ellas circula únicamente el caudal de pocos aspersores, que son los que van ocupando sucesivas posiciones de riego a lo largo del ala.

Un sistema más perfeccionado ha derivado del que acabamos de describir. Es aquel en que los aspersores son también fijos y, en consecuencia, la mano de obra muy pequeña, consistiendo únicamente su labor en dirigir el riego, abriendo y cerrando válvulas de paso, para que el agua llegue hasta los diferentes aspersores. Un paso más adelante, favorecido por los avances tecnológicos, son los sistemas de aspersión automatizadas que son aquellos en los que la puesta en marcha y parada de los aspersores se efectúa mediante la recepción de unas señales enviadas desde un programador central.

En este puede existir un programa de riego preestablecido, o bien, más modernamente, sensores situados sobre el terreno le indican la humedad existente en cada punto, datos en función de los cuales se efectúan los riegos.

El sistema de aspersión automatizado incluye, además de los elementos del riego ya citados (aspersores, tuberías, etc.), órganos ejecutivos para la automatización de la distribución del agua y una central de mando, desde la cual se envían los diferentes órdenes del riego.

Los órganos ejecutivos son los elementos fundamentales en la automatización de la distribución del agua. Según el carácter de la transmisión de las órdenes se clasifican en: de mando eléctrico, de mando hidráulico y de mando neumático.

Los primeros funcionan por señales eléctricas transmitidas por una red de cables, los segundos por señales transmitidas por las distintas presiones del agua en las tuberías y los terceros bajo la acción de la presión del aire según señales eléctricas que, como ya se ha dicho, son transmitidas por una red de cables.

Este último tipo actualmente va entrando en desuso, debido a la mayor complejidad de su funcionamiento.

Los órganos ejecutivos de las señales recibidas suelen ser válvulas con dos posiciones: apertura y cierre, permitiendo o impidiendo el paso del agua a los correspondientes aspersores o aparatos de riego.

La puesta en marcha o parada de los regadores se puede efectuar de forma individual o por grupos. En el primer caso los regadores se conectan separadamente a la tubería abastecedora y cada uno de ellos debe estar equipado con su correspondiente válvula, pudiendo regar cada uno de ellos por separado. En el segundo caso se conectan separadamente las alas de riego o varios regadores conjuntamente, que regaran simultáneamente.

El primer sistema tiene la ventaja de necesitar diámetros mínimos de las tuberías, que se calculan para el gasto de un solo aspersor y el inconveniente de la gran cantidad de válvulas necesarias. El segundo sistema tiene las ventajas e inconvenientes opuestos: mayor diámetro de las tuberías y menor número de válvulas.

Para poder seleccionar uno u otro sistema es necesario efectuar un pequeño estudio económico, en función de las características de cada caso, siendo imposible, a priori, recomendar uno de ellos.

Las válvulas eléctricas se abren o cierran al recibir las correspondientes señales, mientras que las hidráulicas se abren después de una serie de aumentos de presión y se cierran cuando se produce la caída de presión, generalmente después de un intervalo calculado para suministrar la cantidad de agua prevista.

Todos estos sistemas automatizados deben disponer de válvulas de control de mando manual, en menor cantidad que las automáticas, pero estratégicamente situadas, con el fin de poder disponer de un control en la distribución del agua si ocurriese alguna avería, tanto en las válvulas como en el programador central.

Estos sistemas totalmente automáticos, de gran porvenir por todas las ventajas que ofrecen, tienen por el momento el inconveniente de su elevado costo y de una difícil y laboriosa puesta a punto de los programas de riego preestablecidos o de la ubicación de los sensores en las propias parcelas a regar”. [Riego por aspersión”, G. Castañón Lion.,1991]

6.6.6.4.- Sistemas mecanizados

“Su finalidad es disponer de un sistema de riego por aspersión, que sustituya al riego fijo, con una mayor versatilidad y a un mejor precio, conservando unas necesidades mínimas de mano de obra.

Actualmente se han desarrollado una gran cantidad de aparatos de riego con diferentes tecnologías. En el correspondiente capítulo estudiaremos las características de los más utilizados”. [Riego por aspersión”, G. Castañón Lion.,1991]

6.6.7.- Proyecto de riego por aspersión

“El proyecto de riego por aspersión consiste en determinar todas las características técnicas del riego. Para ello hay que partir de los datos básicos, climatología y suelo, que no se pueden modificar y de una serie de variables, en las que el proyectista tiene una cierta capacidad de decisión, mayor o menor según los condicionantes previos de cada caso, como son los cultivos a implantar, tamaño y forma de la superficie a regar, sistema de riego y más.

En todo proyecto se deberán determinarse los siguientes datos:

- Superficie de cada cultivo.
- Necesidades de agua y dosis de riego.
- Elección del aspersor.
- Tipo y sistema de aspersión.
- Duración y horario de riego.
- Material necesario, incluyendo cálculos hidráulicos de tuberías y bombas.
- Equipamiento de la red.
- Estudio económico.

Sobre los dos primeros puntos, válidos para cualquier modalidad de riego, se tomará como base de la propuesta a una hectárea de terreno agrícola por tratarse de un diseño modular, al igual que los costos que, por su especial importancia en el resultado final, deben tenerse en cuenta.

La determinación del cultivo o cultivos de la alternativa a implantar es primordial, pues de ello dependen las necesidades de agua y las dosis de riego a aportar. Varían principalmente con la naturaleza del suelo”. [Riego por aspersión”, G. Castañón Lion.,1991]

6.6.7.1- Clases agrológicas

6.6.7.1.1- Clases de tierras.- “es la categoría en la cual se agrupan características físicas económicas y que determinan su aptitud para riego. Es así, que se determinan las siguientes clases:

- **Clase 1.-** representan suelos con buenas características físicas y químicas (identificadas en la mayor parte del proyecto) de la presente propuesta.
- **Clase 2.-** representan suelos con características físicas químicas moderadamente buenos que por tanto son tierras de buena capacidad productiva.
- **Clase 3.-** de media a baja, capacidad de producción como debida a que los suelos muestran condiciones regulares para su clasificación.
- **Clase 4.-** las representan las tierras que tienen ciertas deficiencias excesivas que determinan una utilización restrictiva o que pueden tener un uso especial con ciertas medidas apropiadas.
- **Clase 5.-** no son aprovechables para riego en las condiciones existentes debiendo realizarse obras especiales para mejorar su capacidad productiva.
- **Clase 6.-** no son aprovechables para riego, esta clase de suelos no son aprovechables para uso agrícola (no identificadas en el proyecto)”. [Tesis: “diseño del sistema de riego por aspersión para el sector Cooperativa San Vicente de Mulalillo...” de diego Soria elaborada en 2008].

6.6.8.- Cultivo del Brócoli

6.6.8.1.- Origen

“Es originario al parecer del Mediterráneo oriental y concretamente en el Próximo Oriente (Asia Menor, Líbano, Siria, etc.). Los romanos ya cultivaban esta planta, pero hace unos 20 años que su consumo empezó a incrementarse.

6.6.8.2.- Taxonomía y morfología

El brócoli pertenece a la familia de las Crucíferas y su nombre botánico es *Brassica oleracea* var. *italica*.

Es una planta similar a la coliflor, aunque las hojas son más estrechas y más erguidas, con peciolo generalmente desnudos, limbos normalmente con los bordes más ondulados; así como nervaduras más marcadas y blancas; pellas claras o ligeramente menores de tamaño, superficie más granulada, y constituyendo conglomerados parciales más o menos cónicos que suelen terminar en este tipo de formación en el ápice, en bastantes casos muy marcada.

Es importante resaltar la posible aparición de brotes laterales en los bróculis de pella blanca en contraposición a la ausencia de este tipo de brotes en la coliflor. La raíz es pivotante con raíces secundarias y superficiales.

Las flores del brócoli son pequeñas, en forma de cruz de color amarillo y el fruto es una silicua de valvas ligeramente convexas con un solo nervio longitudinal. Produce abundantes semillas redondas y de color rosáceo.

6.6.8.3.- Fases del Cultivo

En el desarrollo del brócoli se pueden considerar las siguientes fases:

- De crecimiento
- De inducción floral
- De formación de pellas
- De floración
- De fructificación

En la fase de crecimiento, la planta desarrolla solamente hojas.

En la fase de inducción floral la planta después de haber pasado un número determinado de días con temperaturas bajas inicia la formación de la flor; al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento.

En la fase de formación de pella, la planta en la yema terminal desarrolla una pella y, al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal.

En la fase de floración, los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores. En la fructificación se forman los frutos (silicuas) y semillas.

6.6.8.4.- Requerimientos edafoclimáticos

Es un cultivo de desarrollo fundamentalmente durante las estaciones de otoño e invierno. Para un desarrollo normal de la planta es necesario que las temperaturas durante la fase de crecimiento oscilen alrededor de los 20°C; para poder iniciar la fase de inducción floral necesita entre 10 y 15°C durante varias horas del día. La planta y la pella no suelen helarse con temperaturas cercanas a 0° C, cuando su duración es de pocas horas del día.

Las variedades que tienen pella única y blanca (más similares a la coliflor) son menos resistentes al frío que los brócolis ahijados.

En zonas donde las temperaturas bajan excesivamente, se cultivan variedades tardías, de recolección a finales de invierno o principios de primavera. La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 75%.

Como todas las crucíferas prefiere suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6,5 y 7. Requiere suelos de textura media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego. En el caso de variedades tempranas pueden emplearse suelos ligeros y son más adecuados los fuertes para las variedades tardías. Es conveniente que el suelo esté en un estado perfecto de humedad de tempero.

6.6.8.5.- Variedades

Existen variedades desde grano muy apretado hasta tipos que lo tienen muy suelto, pasando por las formas intermedias.

Teniendo en cuenta el ciclo de formación de la pella desde siembra a madurez, se dividen también las variedades en tempranas, de media estación y tardías. Las variedades tempranas se siembran a finales de junio, en clima continental y se recolectan durante los meses de octubre, noviembre y diciembre.

Las de media estación se siembran en la misma fecha y se recolectan en enero y febrero. Y las variedades tardías se cosecharán durante los meses de marzo, abril y mayo.

Admiral: variedad de ciclo medio. 80-85 días desde trasplante a recolección.

Coaster: ciclo medio-largo. 80-85 días desde trasplante a recolección.

Greenduke y peyet: ciclo de 80-90 días.

Corvet: variedad precoz. 90-95 días desde la siembra. Resistente a *Peronospora brassicae*.

Shogum: ciclo semi tardío. Tolerante a *Peronospora brassicae*.

Marisa: muy precoz. 55-60 días desde el trasplante a la recolección.

6.6.8.6.- Particularidades del cultivo

6.6.8.6.1.- Preparación del terreno

Se dará una labor de subsolador a unos 50 cm, seguido de una de vertedera de 40 cm. Posteriormente se darán unas labores complementarias de grada o cultivador, para dejar de este modo el suelo bien mullido. Se realizarán caballones separados entre sí de 0.8 a 1 m, según el desarrollo de la variedad que se va a cultivar.

Los cultivos precedentes de los brócolis más recomendados son: patatas, cebollas, tomates, melones, maíz, etc. Deben evitarse las rotaciones con otras crucíferas como rábanos, repollos, nabos, etc.

6.6.8.6.2.- Siembra

El brócoli se siembra en semillero. La semilla se cubre ligeramente con una capa de tierra de 1-1.5 cm y con riegos frecuentes para conseguir una planta desarrollada en unos 45-55 días. La nacencia tiene lugar aproximadamente 10 días después de la siembra.

En general, la cantidad de semilla necesaria para una hectárea de plantación es de 250 a 300 gramos, en función del marco de plantación y de la variedad que se plante. Si el semillero está muy espeso es conveniente aclararlo para que la planta se desarrolle de forma vigorosa y evitar el ahilamiento.

6.6.8.6.3.- Trasplante

La planta tiene que ser vigorosa y estar bien desarrollada, con 18-20 cm de altura y 6-8 hojas definitivas, lo que tiene lugar a los 50 días de la siembra.

Se deberán eliminar las plantas débiles y las que tengan la yema terminal abortada, particularmente importante en las variedades de pella.

Normalmente se emplean unas densidades de 12.000-30.000 plantas/ha, que en marcos de plantación sería 0.80-1 m entre líneas y 0.40-0.80 m entre plantas.

6.6.8.6.4.- Riego

El riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad, pero sí en estado de tempero, como ya se mencionó anteriormente.

6.6.8.6.5.- Abonado

Si es un cultivo de relleno, último en la alternativa anual, no es necesario hacer estercoladura, a no ser que interese estercolar para el cultivo principal que le va a seguir en la alternativa; en este caso se aportan 3 kg por metro cuadrado, de estiércol que esté bien fermentado.

El brócoli es exigente en potasio y también lo es en boro; en suelos que el magnesio sea escaso conviene hacer aportación de este elemento.

En suelos demasiado ácidos conviene utilizar abonos alcalinos para elevar un poco el pH con el fin de evitar el desarrollo de la enfermedad denominada “Hernia de la col”.

6.6.8.6.6.- Recolección

Los brócolis deben cosecharse con el número de hojas exteriores necesario para su protección; en el caso de los brócolis de pella conviene que estén lo más cubiertos posible. La recolección comienza cuando la longitud del tallo alcanza 5 ó 6 cm, posteriormente se van recolectando a medida que se van produciendo los rebrotes de inflorescencias laterales.

El brócoli de buena calidad debe tener las inflorescencias cerradas y de color verde oscuro brillante, compacta (firme a la presión de la mano) y el tallo bien cortado y de la longitud requerida.

Las producciones varían según se trate de brócolis ahijados o de pella, además del tipo de variedad. Pero pueden estimarse unos rendimientos normales entre 15.000 y 25.000 kg/ha”. [www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm]

6.6.9.- Tecnología de producción

“El proceso de producción más aconsejable para el cultivo del brócoli es la producción de plántulas en semillero para ser llevadas posteriormente al campo. Con ello se busca ofrecer a la semilla y a las plántulas las mejores condiciones para el desarrollo de la semilla y el crecimiento de la planta. Las semillas se desarrollan bien en un área de 70 metros cuadrados en condiciones de semillero. Las plántulas deben ser llevadas a campo cuando tengan de tres a cuatro hojas totalmente desarrolladas, un altura de 12 a 15 cm y un buen desarrollo radicular.

Es importante no trasplantar plántulas con un desarrollo mayor al mencionado ya que eso haría que el cultivo tenga una formación prematura de inflorescencias, desmeritando la calidad del producto. Se recomienda no sembrar brócoli en campos donde se han cultivado otras crucíferas, como repollo, coliflor, col chino o repollitas de Bruselas, para evitar la continuidad de los ciclos reproductivos tanto de plagas como de enfermedades. En términos generales, y dependiendo de las condiciones del suelo, la variedad y el tamaño de las cabezas, se recomienda sembrar entre 50 y 70 cm entre surcos y entre 30 y 40 cm entre plantas, según el cultivar. En el momento del trasplante, el suelo debe estar en capacidad de campo, de manera que se pueda disminuir el estrés que sufre la planta al ser sacada del semillero.

El control de malezas es un factor determinante de la producción, ya que ellas pueden ejercer una altísima competencia al cultivo principalmente durante el primer mes, momento en el cual se debe hacer un aporque a cada una de las plantas para favorecer su anclaje. La primera deshierba se debe hacer a los 20 días después del trasplante, cuando se realiza la fertilización. La fertilización, al igual que en las demás especies vegetales cultivadas, se debe basar en los contenidos de los elementos nutricionales reportados como resultado de un análisis representativo del terreno en el cual se va a cultivar el brócoli, de los requerimientos nutricionales de cada uno de los híbridos o variedades y de las condiciones del clima. El brócoli responde positivamente a la fertilización nitrogenada pero debe ser muy cuidadosa su aplicación”.
[www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola]

6.6.10.- Postcosecha

- “Temperatura y humedad relativa óptima: se requiere una temperatura de 0°C y una HR > 95% para optimizar la vida de almacenamiento (21-28 días). El brócoli almacenado a 5°C puede tener una vida útil de 14 días, pero de sólo 5 días a 10°C. Generalmente, el brócoli se enfría rápidamente con la inyección de una mezcla hielo-agua (liquidicing) a los cartones encerados en los que se ha empacado el producto en el campo. El hidrogenfriamiento y el enfriamiento con aire forzado también pueden usarse, pero el manejo de la temperatura durante la distribución es más crítico que el empacado con hielo.

- Daño por congelación: puede ocurrir si se agrega sal a la mezcla hielo-agua o cuando el brócoli sin hielo se almacena a una temperatura inferior a -1°C. Las áreas dañadas (congeladas y después descongeladas) resultan de color verde oscuro y apariencia translúcida, pudiendo tornarse pardas y volverse muy susceptibles a la pudrición bacteriana”.

[www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm]

6.6.11.- Valor nutricional

El brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible. Su aporte de vitamina C, B2 y vitamina A es elevado; además suministra cantidades significativas de minerales.

Tabla 2

Valor nutricional del brócoli por 100 g de producto comestible	
Proteínas (g)	5.45
Lípidos (g)	0.3
Glúcidos (g)	4.86
Vitamina A (U.I.)	3.500
Vitamina B ₁ (mg)	100
Vitamina B ₂ (mg)	210
Vitamina C (mg)	118
Calcio (mg)	130
Fósforo (mg)	76
Hierro (mg)	1.3
Calorías (cal)	42-32

[www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm]

6.6.12.- Uso actual del suelo

En la provincia de Tungurahua, la usanza actual del suelo está repartida en varias superficies por su uso, los cultivos permanentes ocupan un 2.89% del terreno total cultivable, los cultivos transitorios y barbecho que es la tierra labrantía que no se siembra durante uno o más años 7.02%, tierras en descanso 1.48%, los pastos cultivados ocupan un 20.88%, los pastos naturales 16.21%, páramos 27.70% y los montes y bosques ocupan un 2.35% de la superficie por categoría del uso del suelo en la provincia.

A continuación en la tabla 3 obtenida de la página web del MAGAP (www.magap.gob.ec), se resume la evolución a través de los últimos once años, de las superficies por categorías de uso del suelo de la provincia de Tungurahua.

TABLA 3

TUNGURAHUA: SUPERFICIE POR CATEGORÍAS DE USO DEL SUELO

SERIE HISTÓRICA 2000 - 2009

Uso del suelo	2000 ^{1/}		2001 ^{2/}		2002 ^{3/}		2003 ^{3/}		2004 ^{3/}		2005 ^{3/}		2006 ^{3/}		2007 ^{3/}		2008 ^{3/}		2009 ^{3/}	
	Superficie en uso (Ha)	Porcentaje	Superficie en uso (Ha)	Porcentaje	Superficie en uso (Ha)	Porcentaje	Superficie en uso (Ha)	Porcentaje	Superficie en uso (Ha)	Porcentaje	Superficie en uso (Ha)	Porcentaje	Superficie en uso (Ha)	Porcentaje	Superficie en uso (Ha)	Porcentaje	Superficie en uso (Ha)	Porcentaje	Superficie en uso (Ha)	Porcentaje
Cultivos Permanentes	11 361	5,57%	9 798	4,77%	8 235	3,99%	7 813	4,07%	7 436	3,55%	7 337	3,35%	9 666	4,33%	7 015	3,14%	6 640	2,88%	6 297	2,89%
Cultivos Transitorios y Barbecho	32 122	15,74%	25 227	12,29%	18 331	8,88%	18 394	9,59%	18 192	8,71%	18 437	8,41%	25 411	11,37%	15 333	6,86%	15 448	6,70%	15 286	7,02%
Descanso	5 429	2,66%	4 158	2,03%	2 887	1,40%	4 705	2,45%	3 779	1,81%	3 767	1,72%	2 217	0,99%	2 312	1,03%	2 627	1,14%	3 217	1,48%
Pastos cultivados	31 523	15,45%	34 159	16,64%	36 795	17,83%	35 099	18,30%	40 802	19,53%	41 907	19,11%	53 467	23,92%	44 622	19,55%	45 692	19,83%	45 448	20,88%
Pastos naturales	23 159	11,35%	26 077	12,71%	28 994	14,05%	24 108	12,57%	27 875	13,34%	29 758	13,57%	26 855	12,02%	23 845	10,66%	36 013	15,63%	35 274	16,21%
Paramos	61 609	30,19%	67 057	32,67%	72 505	35,13%	63 840	33,29%	76 709	36,72%	78 938	35,99%	78 539	35,14%	96 431	43,12%	99 112	43,01%	60 280	27,70%
Montes y bosques	31 780	15,57%	32 855	16,01%	33 930	16,44%	32 842	17,13%	27 821	13,32%	33 309	15,19%	21 295	9,53%	23 550	10,53%	21 381	9,28%	46 717	21,47%
Otros usos	7 099	3,48%	5 913	2,88%	4 726	2,29%	4 972	2,59%	6 289	3,01%	5 874	2,68%	6 034	2,70%	10 550	4,72%	3 521	1,53%	5 112	2,35%
Total	204 092	100,00%	205 243	100,00%	206 403	100,00%	191 773	100,00%	208 939	100,00%	219 327	100,00%	223 484	100,00%	223 658	100,00%	230 434	100,00%	217 631	100,00%

Fuentes: ^{1/} III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO

^{2/} SIGAGRO, los datos del año 2001, han sido calculados en base al promedio de los años 2000 y 2002

^{3/} INEC - ESPAC

Elaborado por: MAGAP - SIGAGRO

Fecha de actualización: Febrero 2011

TABLA 4
PRINCIPALES CULTIVOS DEL ECUADOR
TOTAL SUPERFICIE COSECHADA
SERIE HISTÓRICA 2000 - 2010

CULTIVOS	2000	2001*	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010**
Arroz	338 653	346 407	352 145	332 837	348 320	365 044	374 181	355 002	338 270	361 328	363 119
Aveja Seca	6 727	6 107	5 253	4 365	4 442	3 720	3 131	3 519	4 097	3 342	3 458
Aveja Tierna	7 957	8 557	9 226	9 503	9 865	9 005	7 778	6 586	6 899	5 793	5 279
Banano	252 570	244 318	229 622	233 813	226 521	221 085	209 350	197 410	215 521	216 115	218 793
Brócoli	3 332	3 439	3 537	3 430	3 497	3 154	3 416	3 531	3 636	3 425	3 431
Cacao	402 836	389 134	363 575	348 434	336 358	357 706	350 028	356 657	376 604	398 104	415 615
Café	286 745	262 675	225 450	215 979	216 279	205 544	180 676	177 805	168 479	171 923	169 178
Caña de Azúcar para azúcar	77 422	71 269	65 102	63 113	64 898	69 500	70 000	73 000	68 000	71 000	71 437
Fréjol Seco	89 789	76 972	61 891	59 391	52 263	62 795	54 163	49 070	45 349	45 193	42 582
Fréjol Tierno	13 571	15 376	17 114	30 376	28 521	31 090	21 791	22 745	17 308	26 492	29 453
Maíz Duro Seco	256 967	257 686	245 000	250 000	235 000	249 492	249 449	250 340	250 095	259 585	261 280
Maíz Suave Choclo	26 159	25 016	23 699	38 089	50 325	42 819	33 410	48 236	37 026	59 711	76 112
Maíz Suave Seco	145 047	130 324	114 510	106 439	115 066	108 140	102 019	85 468	72 004	81 516	76 417
Maracuyá	29 782	20 556	9 793	13 629	12 317	11 337	13 626	13 216	9 760	10 184	9 342
Naranja	5 866	5 773	5 678	6 529	5 393	5 195	5 368	5 197	5 025	4 001	3 643
Palma Africana	112 742	123 834	101 696	95 303	125 943	140 562	143 348	145 255	149 501	195 550	218 400
Palmito	13 711	8 116	9 055	9 527	14 300	15 416	15 357	15 680	16 061	15 914	16 106
Papa	42 554	47 612	52 766	50 942	57 743	48 654	51 713	46 635	43 429	48 999	48 367
Piña	3 667	3 778	4 971	5 086	5 661	5 809	7 016	6 648	7 132	7 675	7 922
Plátano	160 477	160 253	128 846	136 556	125 904	116 361	103 463	106 314	111 073	110 693	113 235
Soya	55 156	45 000	60 000	58 273	56 504	34 146	29 000	19 500	32 038	40 306	41 000
Tomate de Árbol	2 890	2 776	2 536	2 842	3 457	4 741	4 236	1 978	3 475	3 263	3 440
Tomate Riñon	2 989	3 251	2 909	2 600	3 242	3 310	3 092	2 652	2 568	2 259	2 037
Trigo	20 873	18 366	15 529	13 849	12 684	11 674	9 747	11 291	10 908	13 130	14 566
Yuca	24 341	25 698	23 540	21 453	22 373	22 677	20 245	16 460	19 964	21 256	21 898
Total superficie cosechada	2 382 823	2 302 287	2 133 443	2 112 358	2 136 876	2 148 976	2 065 603	2 020 195	2 014 222	2 176 757	2 236 111

Fuentes: MAGAP / III CNA / SIGAGRO / DIRECCIONES TÉCNICAS DE AREA; INEC / ESPAG; IFO. SECTOR PRIVADO

Elaboración: MAGAP/SIGAGRO/ANÁLISIS SECTORIAL

Fecha: Enero del 2011

Nota: * Los datos del año 2001 corresponden al promedio de los años 2000 y 2002.

** Los datos del 2010 son provisionales, estos han sido calculados considerando el promedio de las variaciones porcentuales observadas durante los 3 últimos años. A excepción de arroz, maíz y soya

6.7.- Metodología. Modelo operativo

El diseño de un sistema de riego por aspersión en la Parroquia Santa Rosa, sector Yaculoma, contará con el diseño de un reservorio, que dependerá del caudal que llega al sector y del requerimiento hídrico del brócoli, hortaliza que será cultivada en el sector siendo el primero, al igual que el sistema propuesto. Se adoptará también el diseño de la captación desde la acequia y el sistema de distribución a las tuberías; después se establecerá las especificaciones de bomba de acuerdo a las necesidades que imponga la topografía tipo del terreno y capacidad del reservorio. De igual forma se determinará el tipo, material y más exigencias de las redes principales y secundarias de tuberías y se elegirá el tipo de aspersores a utilizar.

6.7.1.- Requerimientos Hídricos del Brócoli

En cuanto a los requerimientos hídricos de la planta de brócoli, existen normativas de acuerdo a la FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas) que recomiendan la utilización de la ecuación de PENMAN-MONTEITH para obtener el valor de la evapotranspiración de un cultivo.

6.7.1.1.- Ecuación Penman-Monteith

$$ET_c = K_c * ET_o$$

Donde:

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

K_c = Coeficiente de cultivo (adimensional)

ET_o = Evapotranspiración potencial o de referencia (mm/día)

Estos parámetros serán calculados mediante la ecuación expuesta anteriormente, posterior a ello se podrá determinar la demanda de agua neta de los cultivos (D_n) y la demanda de agua bruta de los cultivos (D_b).

Kc: es un valor que dependerá del tipo de cultivo y adicionalmente de la fase en la que el cultivo se encuentre. Los valores de Kc que se pueden utilizar de acuerdo a la FAO conforme al informe del año 2008 correspondiente a terrenos aptos para regadío son: 0,7 en el periodo inicial; de 0,7 a 1,05 en desarrollo vegetativo; 1,05 en la fase de salida de pellas; y de 1,05 a 0,95 en la fase final.

Por lo tanto los valores adoptados para Kc del brócoli en sus diferentes etapas están sustentados por informes de la FAO y serán:

Tabla 5

Fase	Inicial	Desarrollo vegetativo	Salida pellas	final
Kc	0,7	0.7	1.05	0.95

Primero se calculará la evapotranspiración de cultivo mediante Penman-Monteith, sabiendo que la evapotranspiración de referencia está en el rango de 3 a 3.5 mm/día según la FAO y según estudios realizados como proyectos de tesis en la Facultad de Agronomía de la Universidad Técnica de Ambato en el sector de Querochaca, que presentan características similares al de esta propuesta en cuanto a suelo y clima, por lo que se adoptará para nuestro cultivo un promedio, en vista de que si encaja dentro de las condiciones que presenta nuestro medio y por considerarse casi empírico la determinación de este parámetro.

La ETo del cultivo de brócoli será 3.25mm/día para el cálculo de Etc en todas las fases y Kc variará de acuerdo a las mismas.

6.7.2.- Requerimiento Hídrico para la Fase inicial

$$E_{To} = 3.25\text{mm/día}$$

$$K_c = 0.7 \text{ (tabla 5)}$$

$$E_{Tc} = K_c * E_{To}$$

$$E_{Tc} = 0.7 * 3.25\text{mm/día}$$

$$ETc = 2.275 \text{ mm/día}$$

Demanda neta del cultivo Dn .

$$Dn = ETc - Pe \text{ (Precipitación Efectiva)}$$

Para Pe , en este caso se recomienda el valor de cero, pues en nuestro medio no son muy marcadas las etapas de lluvia continua y se equiparan con etapas sin precipitaciones, de igual forma son muy escasos los datos obtenidos por estaciones pluviométricas que igual son contadas. Además como factor de seguridad no restaremos caudal a la demanda neta por la variabilidad del clima mayormente sin lluvia en el sector de Yaculoma para obtener los volúmenes de agua máximos.

$$Dn = 2.275 \text{ mm/día} - 0$$

$$Dn = 2.275 \text{ mm/día.}$$

Demanda bruta del cultivo Db

$$Db = \frac{Dn}{Efr} * 100$$

Donde:

Db = Demanda bruta del cultivo

Dn = Demanda neta del cultivo

Efr = Eficiencia del sistema de riego a utilizarse.

A continuación se detalla la eficiencia de aplicación del agua para diferentes sistemas de riego.

Riego por superficie:

Riego por surcos	0.50-0.70
Riego por fajas	0.60-0.75
Riego por inundación	0.60 -0.80
Riego por inundación permanente	0.30-0.40
Riego por aspersión	0.65-0.85
Riego por goteo	0.75-0.90

Los valores de Efr dependerán del sistema de riego a utilizarse, en este caso para el riego por aspersión se adoptará una eficiencia del 80%.

$$Db = \frac{2.275 \text{ mm/día}}{80\%} * 100$$

$$Db = 2.84 \text{ mm/día}$$

Se aprovechará cerca del 60% o 0.60 de metro cuadrado, la que será el área de irrigación. Esto debido a que se estima la utilización de no menos de 28304 plantas por hectárea.

Ahora bien 1mm/día equivale a 1 lt/m2/día según detalles investigativos de la FAO recopilados en un informe de 2006, esto con el fin de obtener el caudal de irrigación por una hectárea de terreno.

Por lo tanto si mi demanda bruta Db es de 2.84 mm/día equivaldrán a 2.84lt/m2/día.

Como se consideró que en un m2 de terreno solo el 60% o 0.60 m2 se encuentran sembrados y la base es una hectárea para este diseño modular de sistema de riego por aspersión, se tiene por lo tanto para una hectárea el caudal de agua que se necesita para el cultivo de brócoli en su fase inicial que es:

$$2.84\text{lt/m}^2/\text{día} * 10000 * 0.60 \text{ m}^2 = \mathbf{17040\text{lt/día} = 17.040\text{m}^3/\text{día}}$$

6.7.3.- Requerimiento Hídrico para la Fase de desarrollo vegetativo

$$ET_o = 3.25\text{mm/día}$$

$$K_c = 0.7 \text{ (tabla 5)}$$

$$ET_c = K_c * ET_o$$

$$ET_c = 0.7 * 3.25\text{mm/día}$$

$$ET_c = 2.275 \text{ mm/día}$$

Demanda neta del cultivo D_n .

$$D_n = ET_c - P_e \text{ (Precipitación Efectiva)}$$

$$P_e = 0$$

$$D_n = 2.275\text{mm/día} - 0$$

$$D_n = 2.275\text{mm/día.}$$

Demanda bruta del cultivo D_b

$$D_n = 2.275\text{mm/día}$$

$$E_{fr} = 80\%$$

$$D_b = \frac{2.275 \text{ mm/día}}{80\%} * 100$$

$$D_b = 2.84\text{mm/día}$$

De igual forma se hace el análisis por metro cuadrado y por hectárea de irrigación.

D_b es de 2.84mm/día que equivaldrán a 2.84lt/m²/día.

Por lo tanto para una hectárea el caudal de agua que se necesita para el cultivo de brócoli en su fase de desarrollo vegetativo es:

$$2.84\text{lt/m}^2/\text{día} * 10000 * 0.60 \text{ m}^2 = \mathbf{17040\text{lt/día} = 17.040\text{m}^3/\text{día}}$$

6.7.4.- Requerimiento Hídrico para la Fase de salida de pellas

$$ET_o = 3.25\text{mm/día}$$

$$K_c = 1.05 \text{ (tabla 5)}$$

$$ET_c = K_c * ET_o$$

$$ET_c = 1.05 * 3.25\text{mm/día}$$

$$ET_c = 3.41 \text{ mm/día}$$

Demanda neta del cultivo D_n .

$$D_n = ET_c - P_e \text{ (Precipitación Efectiva)}$$

$$P_e = 0$$

$$D_n = 3.41\text{mm/día} - 0$$

$$D_n = 3.41\text{mm/día.}$$

Demanda bruta del cultivo D_b

$$D_n = 3.41\text{mm/día}$$

$$E_f r = 80\%$$

$$D_b = \frac{3.41 \text{ mm/día}}{80\%} * 100$$

$$D_b = 4.26\text{mm/día}$$

De igual forma se hace el análisis por metro cuadrado y por hectárea de irrigación.

D_b es de 4.26 mm/día equivaldrán a 4.26 lt/m²/día.

Por lo tanto para una hectárea el caudal de agua que se necesita para el cultivo de brócoli en su fase de desarrollo vegetativo es:

$$4.26\text{lt/m}^2/\text{día} * 10000 * 0.60 \text{ m}^2 = \mathbf{25560\text{lt/día} = 25.560\text{m}^3/\text{día}}$$

6.7.5.- Requerimiento Hídrico para la Fase final

$$ET_o = 3.25\text{mm/día}$$

$$K_c = 0.95 \text{ (tabla 5)}$$

$$ET_c = K_c * ET_o$$

$$ET_c = 0.95 * 3.25\text{mm/día}$$

$$ET_c = 3.087 \text{ mm/día}$$

Demanda neta del cultivo D_n .

$$D_n = ET_c - P_e \text{ (Precipitación Efectiva)}$$

$$P_e = 0$$

$$D_n = 3.087\text{mm/día} - 0$$

$$D_n = 3.087\text{mm/día.}$$

Demanda bruta del cultivo D_b

$$D_n = 3.087\text{mm/día}$$

$$E_{fr} = 80\%$$

$$D_b = \frac{3.087 \text{ mm/día}}{80\%} * 100$$

$$D_b = 3.86\text{mm/día}$$

De igual forma se hace el análisis por metro cuadrado y por hectárea de irrigación.

D_b es de 3.86mm/día equivaldrán a 3.86lt/m²/día.

Por lo tanto para una hectárea el caudal de agua que se necesita para el cultivo de brócoli en su fase de desarrollo vegetativo es:

$$3.86\text{lt/m}^2/\text{día} * 10000 * 0.60 \text{ m}^2 = \mathbf{23160\text{lt/día} = 23.160\text{m}^3/\text{día}}$$

Tabla 6

Requerimiento hídrico del brócoli para una hectárea

Fase inicial	17.040m ³ /día
Fase de desarrollo vegetativo	17.040m ³ /día
Fase de salida de pellas	25.560 m ³ /día
Fase final	23.160 m ³ /día

6.7.6.- Adopción y diseño de las obras civiles

Con gran frecuencia la extensión y la forma del terreno y la localización de la fuente de suministro de agua son los factores que rigen la disposición de un sistema de riego por aspersión. El terreno involucrado en la presente propuesta (cuya topografía se presenta más adelante), cubre un área de 13278.35m², semejante a un cuadrado, por lo que la distribución del sistema, cálculos y precios serán establecidos para una hectárea, de acuerdo a la forma y topografía del terreno.

Los principios que han de tenerse en cuenta al proyectar la disposición del sistema:

1) Siempre que los demás factores o condiciones lo permiten:

1.1) Las tuberías principales deberán situarse en la dirección de la pendiente principal.

1.2) Los ramales laterales deberán colocarse formando ángulo recto con los vientos dominantes.

2) Deberán evitarse los ramales laterales de aspersión largos, que impliquen una distribución no uniforme del agua y tubos de mayor diámetro, lo que dificulta el manejo.

6.7.6.1.- Captación de la acequia Chiquicahua en la tercería Yaculoma

La captación es parte de las obras civiles constituida por un conjunto de accesorios que permite captar el agua en forma continua, segura y dando seguridad a las condiciones innatas de la fuente.

El canal de riego Chiquicahua, que es la acequia en donde se realizará la captación y cuyas características ya fueron descritas en el capítulo 6.1., es la fuente que abastecerá de agua al presente proyecto de riego por aspersión, se encuentra localizado en la parte sur occidental de la provincia, teniendo sus orígenes en los deshielos del Carihuairazo y cuya bocatoma se encuentra sobre la cota 3703 m.s.n.m., entre las coordenadas geográficas: latitud 9.850.377 y longitud 749.177.

El canal está construido en tierra por lo que las pérdidas por infiltración afectan la conducción eficiente del agua, existiendo más de 8 kilómetros desde la bocatoma hasta el primer óvalo que se denomina Puzurrumi o Pilahuín.

La captación superficial que se adoptará para el presente diseño del sistema de riego por aspersión, se la ejecutará por medio de una tubería que contará con una rejilla muy simple al principio de la misma. En este terreno no es necesario realizar un cajón de división por el caudal de la acequia y la disposición del terreno, pero, en el caso en el que se necesite una estructura como un cajón de división de caudales o si el espacio en donde se almacenará el agua sea reducido, se calculará como toma lateral, por lo que más adelante se realiza el ejemplo de cálculo de la misma, aunque en el terreno de Yaculoma no sea necesario.

Será necesario realizar el ingreso de agua al reservorio, buscando un punto en la acequia que permita el ingreso por gravedad. Para captar el agua se prevé realizar una pequeña obra que consiste en cavar manualmente desde el filo del talud límite lateral de la acequia 40cm hacia ella y hacia el terreno 20cm para formar un cajón que será recubierto de hormigón de 3cm de espesor que contará con una compuerta metálica y en cuya pared paralela al margen de la acequia estará la

entrada de la tubería de PVC de 125mm que llevará el agua hacia el estanque de reserva.

La captación, ubicada en un lugar representativo, es decir en una altura típica, debe representar un método simple de construcción, que no incorpore mayores problemas técnicos ni inconvenientes al momento de instalarla, de modo que parezca atractivo para el campesino decidido a instalar el sistema de riego y que resulte factible por los costos de construcción y mantenimiento.

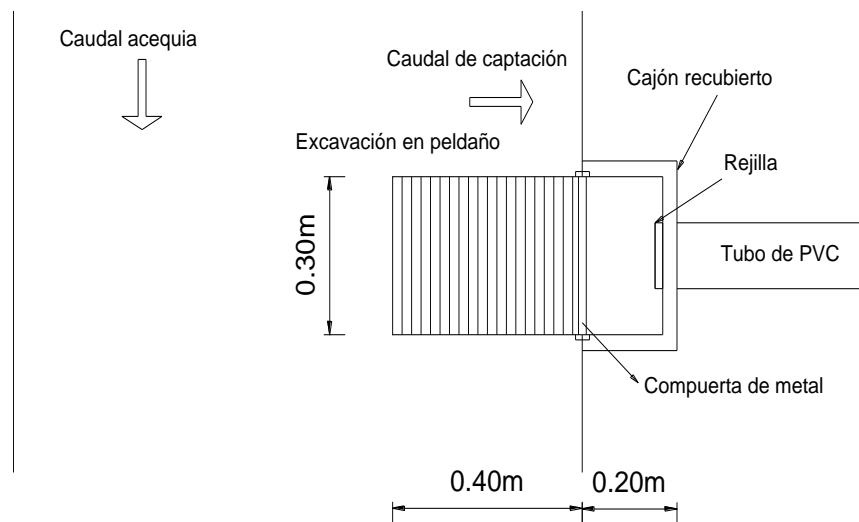


Gráfico 15
Planta de la excavación cajón de captación

6.7.6.1.1.- Tubería de ingreso al reservorio

Se conoce el gasto o caudal (Q), la longitud de la tubería y el desnivel típico para la determinación del diámetro de la tubería que transporta el líquido desde el canal hacia el reservorio, así como la velocidad del agua, las pérdidas de carga unitaria (J), pérdida por fricción, cota piezométrica, presión estática y la carga dinámica. La tubería de PVC, irá en una zanja de 40cm de profundidad en el tramo indicado.

Datos:

- Q de derivación requerido para llenar el estanque en 4 horas = 0.0139m³/s; esto debido a que el volumen del estanque es de 200m³, que se espera sea captado en cuatro horas. (200m³/4horas = 50m³/hora = 0.0139m³/s)

- Longitud de tubería = 5m

- Diámetro designado = 125mm

- Diámetro interior nominal = 113mm

- Coeficiente C de Hazen Williams = 150 (ver tabla 7)

a) Cálculo del área

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * 113^2}{4} = 10028.75\text{mm}^2 = 0.010\text{m}^2$$

b) Cálculo de la velocidad (v)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.0139\text{m}^3/\text{s}}{0.010\text{m}^2} = 1.39\text{m}/\text{s}$$

c) Cálculo de la pérdida de carga unitaria (J) mediante Hazen - Williams

$$J = \frac{10.64 * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

$$J = \frac{10.64 * 0.0139^{1.852}}{150^{1.852} * 0.113^{4.87}} = 0.015\text{m}/\text{m}$$

d) Cálculo de la pérdida por fricción

$$HF = J * L$$
$$HF = 0.015 * 5 = 0.074\text{m}$$

e) Cálculo de la cota piezométrica teniendo una cota en la captación de 2700m.s.n.m.

$$CP = \text{Cota del terreno} - HF$$
$$CP = 3061.00\text{m} - 0.074\text{m} = 3060.93\text{m}$$

f) Cálculo de la presión estática (PE) teniendo una cota a la salida del tubo de 3060.20 m.s.n.m.

$$PE = \text{Cota del terreno 1} - \text{cota del terreno 2}$$
$$PE = 3061.00\text{m} - 3060.20\text{m} = 0.80\text{m}$$

g) Cálculo de la carga dinámica (PD)

$$PD = CP - \text{cota del terreno 2}$$
$$PD = 3060.93\text{m} - 3060.20\text{m} = 0.73 \text{ m.c.a}$$

6.7.6.1.2.- Ejemplo del cálculo de la captación de agua como si se tratara de una toma lateral

Una toma lateral en una estructura hidráulica de frecuente utilización en todos los distritos de riego. Una toma lateral se proyecta comúnmente con el propósito de derivar agua de los canales. La derivación puede ser abierta o cerrada. En el caso de las derivaciones abiertas estas se diseñan como las cajas de división de caudales, se utilizan para dividir el agua en dos o más canales de distribución.

Si la derivación se ejecuta por medio de tubería, esta atraviesa la berma del canal, por lo que el tubo se suele diseñar como un tubo a presión, en donde se presentan pérdidas por fricción a la entrada, a la salida y a lo largo del tramo de tubería. En esta proyección de toma lateral no existe restricción en la selección del diámetro de tubería.

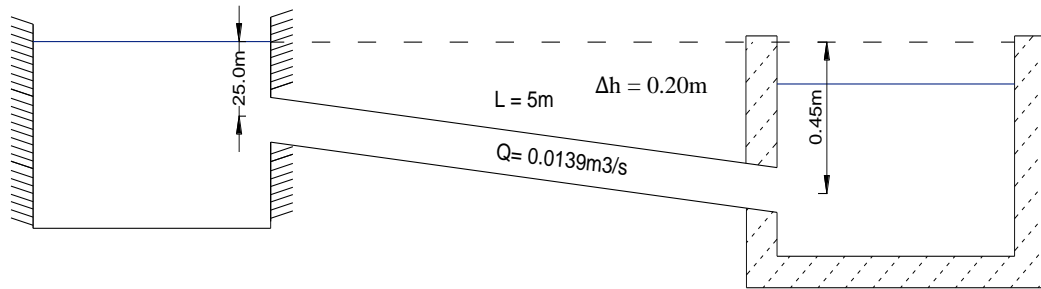


Gráfico 16
Captación lateral

Datos:

- Q de derivación requerida para llenar el estanque en 4 horas = 0.0139m³/s; esto debido a que el volumen del estanque es de 200m³, que se espera sea captado en cuatro horas. 200m³/4horas = 50m³/hora = 0.0139m³/s

- Altura del agua sobre la entrada = 0.25m

- Altura del agua sobre la salida = 0.45m

Desnivel requerido $\Delta h = 0.20m$

Longitud de tubería de ingreso al estanque $L = 5m$

Coefficiente de rugosidad de Manningn = 0.014 (tubería)

h) Se asume que toda la carga disponible se perderá por fricción:

$$s = \frac{\Delta h}{L}$$

$$s = \frac{0.20m}{5m} = 0.04m/m$$

Con base en la fórmula de Manning se puede calcular el diámetro de la siguiente forma:

$$d^{8/3} = \frac{Q * n}{0.3135 * s^{1/2}}$$

$$d = \frac{0.0139 * 0.014}{0.3135 * 0.04^{1/2}}^{3/8} = 0.1146$$

i) Cálculo de la sección y velocidad

$$A = \frac{\pi * d^2}{4} = \pi * \frac{0.1146^2}{4} = 0.0103m^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0139}{0.0103} = 1.3495m/s$$

j) Pérdidas que se presentan en la entrada de la tubería (h_e)

$$h_e = 0.5 \frac{v^2}{2g} = 0.5 \frac{1.3495^2}{2(9.81)} = 0.046m$$

k) El valor neto de la carga será:

$$h_{neto} = H_t - h_e = 0.20m - 0.046m = 0.1538$$

l) El valor anterior permite proceder a ajustar el valor de la pendiente (s) y calcular nuevamente todos los parámetros

$$s = \frac{0.1538m}{5m} = 0.0308m/m$$

$$d = \frac{0.0139 * 0.014}{0.3135 * 0.0308^{1/2}}^{3/8} = 0.1258$$

$$A = \pi * \frac{0.1258^2}{4} = 0.0124m^2$$

$$V = \frac{0.0139}{0.0124} = 1.1191m/s$$

$$h_e = 0.5 \frac{1.1191^2}{2(9.81)} = 0.03192m$$

El valor de la nueva carga total es:

$$H_{tot} = h_e + h_{(neto)}$$

$$H_{tot} = h_e + h_{(neto)} = 0.03192m + 0.1538m = 0.185m$$

Con este último valor aún se difiere de la carga total de $H = 0.20m$, se requiere proceder a un nuevo reajuste de valores hasta que los valores supuesto y acumulado coincidan numéricamente en $H \approx 0.20m$

m) Un nuevo valor de la pendiente (s) es:

$$s = \frac{0.20 - 0.03192m}{5m} = 0.03362m/m$$

$$d = \frac{0.0139 * 0.014}{0.3135 * 0.0308^{1/2}}^{3/8} = 0.1185$$

$$A = \pi * \frac{0.1185^2}{4} = 0.0110m^2$$

$$V = \frac{0.0139}{0.0110} = 1.261m/s$$

$$h_e = 0.5 \frac{1.261^2}{2(9.81)} = 0.0405m$$

$$H_{tot} = h_e + h(\text{neto})$$

$$H_{tot} = h_e + h(\text{neto}) = 0.0405\text{m} + 0.1538\text{m} = 0.194\text{m} \approx 20\text{m (ok)}$$

6.7.6.2.- Diseño del estanque de reserva

Para acumular el agua pueden construirse presas o estanques. Las presas se construyen con cemento, concreto o tierra. En lo posible debe evitarse la construcción de presas sobre manantiales viejos, terrenos de derrumbes, lugares pedregosos o rocosos, porque estos dificultan la obra. El estanque que se requiere en este terreno está cavado en su totalidad en el terreno, debido a la topografía del terreno, misma razón por lo que no se requiere de muros de hormigón de sostenimiento.

Los embalses se localizan lo más cerca posible de suelos con textura mediana, porque los suelos de textura fina arcillosa tienden a agrietarse cuando se secan. El Suelo en Santa Rosa en su mayoría es de textura mediana, siendo el suelo predominante en Yaculoma.

Para impedir las infiltraciones de agua en la presa o estanque se usará material de revestimiento denominada geomembrana, materiales de los que cabe mencionar:

Una geomembrana se define como un recubrimiento, membrana o barrera de muy baja permeabilidad usada con cualquier tipo de material relacionado aplicado a la ingeniería geotécnica para controlar la migración de Fluidos en cualquier proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre.

La impermeabilidad de las geomembranas es bastante alta comparada con los geotextiles o suelos, aun con suelos arcillosos; valores normales de permeabilidad para una geomembrana medida para transmisión de agua y vapor están en un rango de 1×10^{-12} a 1×10^{-15} m/s, por esto las geomembranas son consideradas impermeables. El término recubrimiento es aplicado cuando se utilizan como

interfase entre dos suelos o como revestimiento superficial; el término barrera se emplea cuando se usan en el interior de una masa de tierra. Para esta función se ha venido instalando geomembranas hechas de polietileno de alta densidad HDPE.

Estos materiales que por su resistencia a la acción química, se pueden calificar como los más indicados en aplicaciones de recubrimiento, como por ejemplo túneles, reservorios, tanques para almacenamiento de líquidos, lagunas de oxidación etc. Alcanzando mayor durabilidad que otros polímeros cuando se encuentran expuestos a condiciones ambientales y al ataque químico.

Las geomembranas tienen las siguientes características:

- Alta durabilidad, resistentes a la mayoría de los líquidos peligrosos – Alta resistencia química, resistentes a la radiación ultra violeta (U.V.) y Económicas

Existen dos grandes grupos en este tipo de Geosintéticos tales como:

- Geomembranas de polietileno
- Geomembranas de cloruro de polivinilo (pvc)

a) Geomembranas de polietileno de alta densidad HDPE y Geomembranas ultra flexibles de polietileno Liso de baja densidad lineal LLDPE, las cuales se utilizan de acuerdo a la aplicación que se requiera.

Las geomembranas de polietileno de alta densidad son aptas para recubrimiento de rellenos sanitarios, piscinas de lixiviados, recubrimiento de canales, minería, lagunas de oxidación, recubrimientos para reserva de agua, recubrimiento para material radioactivo o desperdicios líquidos peligrosos, recubrimiento para tanques de almacenamiento bajo tierra y recubrimiento para espejos solares.

b) Las geomembrana Ultra flexibles de polietileno lisa de baja densidad lineal (LLDPE) son fabricadas con resina de polietileno virgen, específicamente diseñada para la fabricación de Geomembranas flexibles. Sus características superiores tanto en elongación uniaxial como multiaxial la hacen adecuada para

aplicaciones donde se esperan asentamientos diferenciales o locales en el suelo de apoyo, tales como pilas de lixiviación, cubiertas de vertederos, o cualquier aplicación donde las deformaciones fuera del plano son críticas, como es el caso de biodigestores o encarpamientos de lagunas anaerobias.

Importante hacer notar que el polietileno de Baja Densidad LDPE (Low Density Polyethylene) es diferente del Polietileno Lineal de Baja Densidad LLDPE (Low Linear Density Polyethylene). Este último tiene cadenas alineadas y largas, que hacen que pueda resistir las agresiones químicas mejor y así mismo se mejora su resistencia mecánica.

El recubrimiento escogido para el estanque de reserva en este caso, es una geomembrana marca Ginegar disponible en espesor de 500 micras, que se utilizará en largos según requerimiento y está disponible en comerciales especializados de la ciudad en maquinaria para riego.

Como es lógico pensar, se buscó el punto “más alto” del sector típico en el que puede implantarse un estanque para el sistema de riego tecnificado. El reservorio será cavado con máquina y manualmente, en su solera se colocará un solado de piedra de 15cm de espesor. Por otro lado para diseñar el estanque de reserva se deberá considerar las necesidades de agua de la planta en sus distintas etapas de desarrollo, con el objetivo de conocer el mayor volumen de agua que deberá almacenarse. El volumen obtenido en la fase de salida de pellas es el mayor, este es de 25.560m³ por cada día (ver tabla 6), como el turno que le corresponde a la zona es de doce horas cada semana, tenemos que el volumen de almacenamiento deberá ser:

$$V_b \text{ (requerimiento máximo de agua del brócoli)} = 25.560\text{m}^3/\text{día}$$

$$T \text{ (turno que le corresponde a la zona)} = 7 \text{ días}$$

$$\longrightarrow \text{Vol almacenamiento} = 25.560\text{m}^3/\text{día} \times 7\text{días} = 178.92\text{m}^3$$

Esto quiere decir que la capacidad del estanque reservorio debe contener el volumen que se necesitará en una semana, que es 178.92m³, hasta que nuevamente la semana siguiente se provea del agua de riego en el horario antes mencionado.

Ahora bien, para determinar el volumen de reserva también se debe tomar en cuenta varios valores como el de la evaporación que tendrá el tanque, para lo que consideraremos la fórmula de Visentini:

Para cotas superiores a 500 m.s.n.m.

$$E = 90*t + 300$$

Donde:

E = evaporación anual (mm)

t = temperatura promedio anual (°C) = 16 °C.

$$E = 90*16+300$$

$$E = 1740 \text{ mm/m}^2$$

Esta evaporación se producirá anualmente, pero como en nuestro caso los ciclos de almacenamiento son cada semana, la evaporación diaria y por semana será:

$$E \text{ diaria} = 1740 \text{ mm/m}^2 / 365 \text{ días}$$

$$E \text{ diaria} = 4.767 \text{ mm/m}^2 / \text{día}$$

$$4.767 \text{ mm/m}^2 \longrightarrow 1 \text{ día}$$

$$X \longrightarrow 7 \text{ días}$$

$$= 33.37$$

$$E \text{ semanal} = 33.37 \text{ mm/m}^2.$$

La evaporación semanal (E semanal) se deberá transformar a caudal una vez conocida la posible sección del estanque de reserva, para posteriormente sumar el caudal del cultivo con este valor de evaporación, para así determinar el volumen final que deberá tener el reservorio.

Considerando que 1 mm/m² es igual a 1lt/m² según la FAO, tenemos:

$$E \text{ semanal} = 33.37 \text{lt/m}^2$$

La altura asumida del tanque será menor a 3 metros para evitar grandes presiones en las paredes. De la misma forma debido a la topografía típica de la zona y a facilidades técnicas que representa, se opta por un diseño trapezoidal, este aspecto aunque pareciera de poca relevancia, cobra importancia a la hora de facilitar la impermeabilización con membranas y reducir los costos de la misma. Para la impermeabilización del estanque se lo recubrirá de geomembrana, como ya se mencionó anteriormente, cuyas especificaciones invitan a la adopción de ciertos parámetros a seguir, previo a la instalación de la misma. Se estima una pendiente de talud del 60% (recomendado para geomembrana de baja densidad), y espacios de anclaje mínimo de 30 cm.

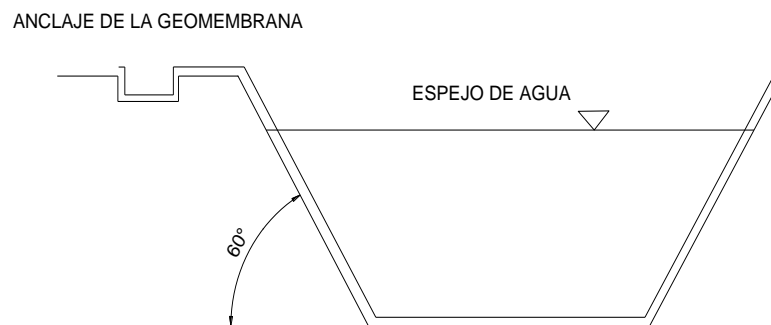


Gráfico 17
Vista en corte del estanque

La relación del talud para un ángulo de 60° como se muestra en la figura será: 1/1.732

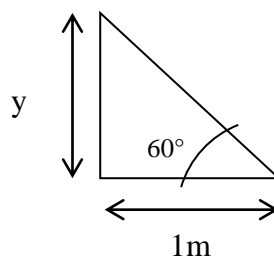


Gráfico 18 Ángulo de talud

$$\tan 60 = \frac{y}{1m}$$

$$y = 1 * \tan 60$$

$$y = 1.732m$$

Suponiendo una sección superior del tanque igual a 13.50m * 9.50m, tenemos un área de 128.25m², la evaporación que se producirá en el reservorio es:

$$Evpr = t * E \text{ semanal}$$

Donde:

Evpr = evaporación del reservorio.

t = área superior del reservorio = 128.25m².

E semanal = Evaporación semanal (mm/m²) = 33.37lt/m².

$$Evpr = 128.25m^2 * 33.37 \text{ lt/m}^2$$

$$Evpr = 4279.70 \text{ lt.}$$

$$Evpr = 4.2797 \text{ m}^3.$$

El valor de la evaporación de reservorio se sumará al volumen del requerimiento hídrico del brócoli para así conocer el volumen de almacenamiento total, de modo que las secciones escogidas para el reservorio no permitan que ninguno de los cultivos de pie sufra estrés hídrico con efectos irreversibles en los periodos en que si se produzca evaporación o haya un estiaje.

$$\text{Vol almacenamiento} = 178.92m^3$$

$$\text{Volumen Almacenamiento total} = \text{Vol almacenamiento} + Evpr$$

$$= 178.92m^3 + 4.2797 \text{ m}^3.$$

$$= 183.19 \text{ m}^3.$$

Anteriormente ya quedó establecido que en Yaculoma existen 13.5 hectáreas cultivadas y un volumen total de 4184.784m³, a la hectárea en cuestión le corresponden 250m³, siendo suficientes 178.92m³ para cubrir la demanda hídrica

del brócoli, advirtiéndose desde ya los beneficios en cuanto a ahorro de agua se refiere.

Por lo tanto el volumen total de almacenamiento es 183.19m³ , por lo que se adoptará un estanque reservorio con capacidad para 200m³, esto por seguridad debido al desbordamiento por lluvias y porque un tanque de esta capacidad podría ser considerado como estándar, o típico para la construcción del mismo en cualquier otro sector que posiblemente tenga que abarcar un poco más de volumen, considerando por supuesto que los caudales correspondientes al resto de tercerías es el mismo, pero que pueden llegar abarcar más volumen.

Cálculo de la base del reservorio con una relación de talud 1/1.732 correspondiente a 60° y con una profundidad de 2.50m

Cálculo de la longitud de piso a lo largo.

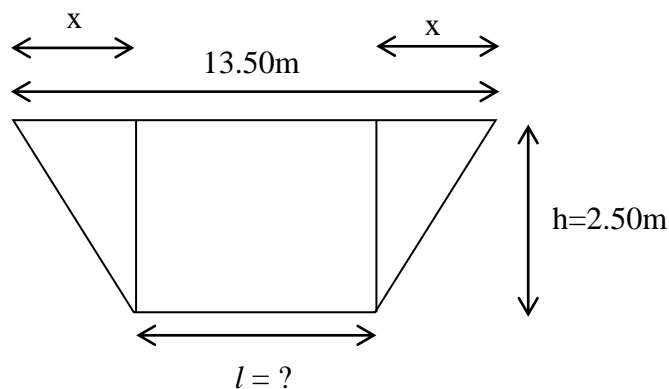


Gráfico 19
Sección lateral estanque

$$\text{sen } 60 = \frac{h}{\text{hip}}$$

$$\text{hip} = \frac{2.50\text{m}}{\text{sen } 60}$$

$$\text{hip} = 2.89\text{m}$$

$$\text{cos } 60 = \frac{x}{\text{hip}}$$

$$x = \cos 60^\circ * 2.89m$$

$$x = 1.44 m$$

Por lo tanto el valor de l será:

$$l = 13.5m - 2x$$

$$l = 13.5m - 2 * 1.39 m$$

$$l = 10.62 m \approx 10.60m$$

$$l = 10.60m$$

Cálculo del ancho de piso a lo ancho del estanque.

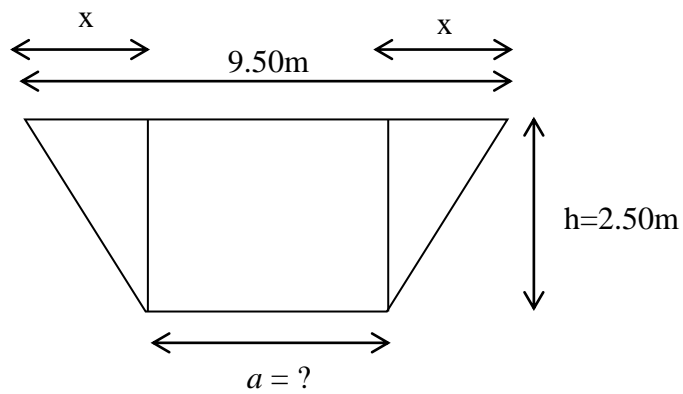


Gráfico 20
Sección lateral estanque

Al ser el mismo ángulo de 60° para todos los taludes y considerando la altura $h=2.50m$, los valores de x serán los mismos también para el ancho del estanque, por lo tanto:

$$x = \cos 60^\circ * 2.89m$$

$$x = 1.44 m$$

$$a = 9.5m - 2 x$$

$$a = 9.5m - 2(1.44m)$$

$$a = 6.62m \approx 6.60m$$

$$a = 6.60 m$$

6.7.6.2.1.- Cálculo del volumen total del estanque por las secciones asumidas

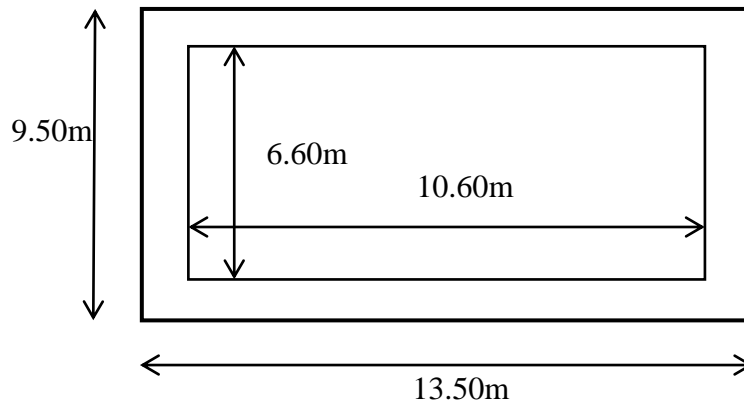


Gráfico 21
Secciones asumidas. Vista en planta del reservorio

Para evitar la acumulación de lodos en el fondo del reservorio y para facilitar su limpieza, el fondo del estanque tendrá una pendiente del 1.2% colocando dos salidas, una en el fondo para la expulsión del material por medio de un desagüe y otra a nivel del terreno.

A la profundidad establecida se le sumará el valor de profundidad que obtendremos a continuación para tener la pendiente antes explicada.

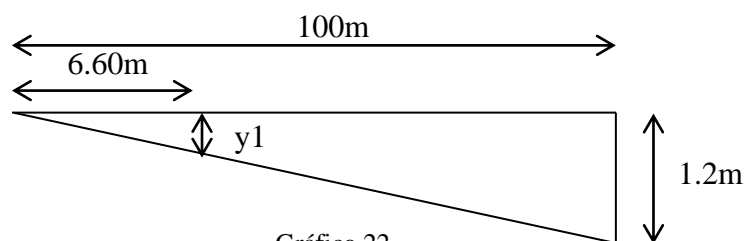


Gráfico 22
Pendiente

$$\frac{100m}{1.2m} = \frac{6.6m}{y1}$$

$$y1 = \frac{6.60 * 1.2m}{100m}$$

$$y1 = 0.079m \approx 0.10m \text{ (por facilidad constructiva)}$$

Por lo tanto la primera profundidad es 2.50m y la segunda 2.60m.

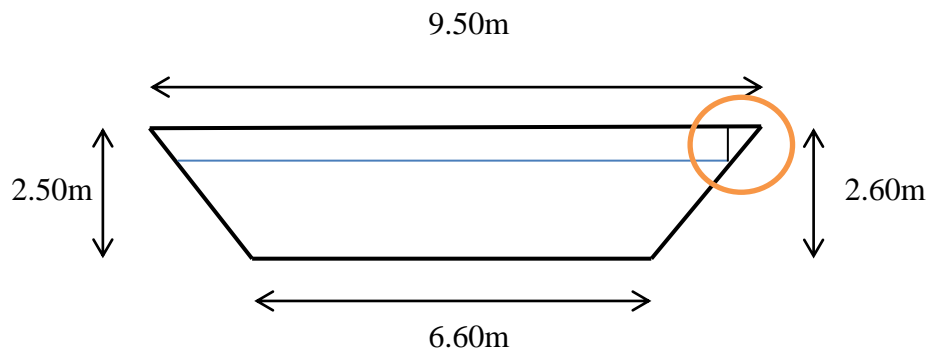
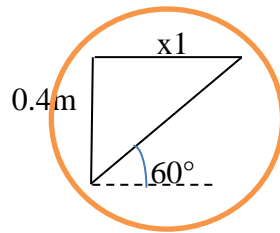


Gráfico 23
Vista en corte a lo largo del reservorio

Se calculará solo el volumen que le corresponde hasta el espejo de agua, dejando una altura de seguridad de 40 cm, tal como mandan ciertas normas.



$$x1 = \frac{0.40m}{\tan 60}$$

$$x1 = 0.23m$$

Es decir que la longitud del espejo de agua será:

$$13.5m - 2(0.23) = 13.04m$$

Y a lo ancho será:

$$9.50 - 2(0.23) = 9.04m$$

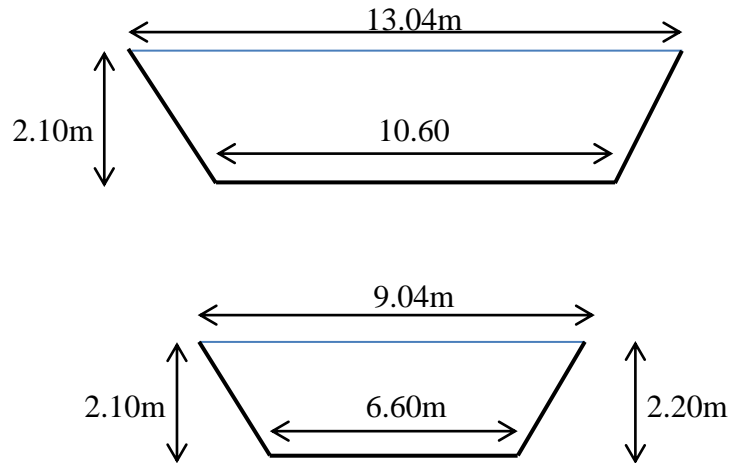


Gráfico 24
 Altura ancho y largo del espejo de agua.

Finalmente el volumen total de almacenamiento es:

$$V_{tot} = \frac{\text{área superior} + \text{área inferior}}{2} * h \text{ promedio}$$

Siendo:

$$\text{Área superior} = 13.04\text{m} * 9.04\text{m} = 117.88\text{m}^2$$

$$\text{Área inferior} = 6.60\text{m} * 10.60\text{m} = 69.96\text{m}^2$$

$$h \text{ promedio} = (2.10 + 2.20)/2 = 2.15\text{m}$$

$$V_{tot} = \frac{\text{área superior} + \text{área inferior}}{2} * h \text{ promedio}$$

$$V_{tot} = \frac{117.88 + 69.96}{2} * 2.15$$

$$V_{tot} = 93.92\text{m}^2 * 2.15\text{m}$$

$$V_{tot} = 201.93\text{m}^3$$

6.7.6.2.2.- Sistema de salidas del estanque

Debido a la posición del terreno, se prevé colocar dos salidas, una en el fondo y otra a la altura del terreno natural circundante, cada una con una válvula esclusa de bronce de 2". Por otro lado, para evitar que por accidente la represa rebalse, se colocará un tubo de PVC, a la altura máxima de llenado, que funciona también como una tercera salida.

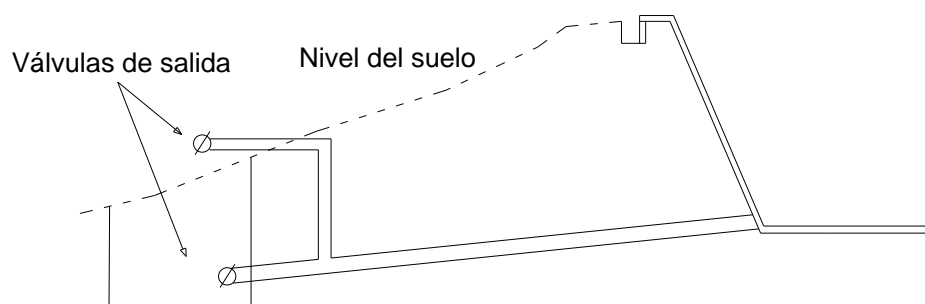


Gráfico 25
Detalle sistema de salidas

6.7.6.3. - Adopción y diseño de las tubería principal y secundarias móviles

La tubería principal o de impulsión será fija de PVC, mientras que las secundarias, que son en donde por lo general se instalan los aspersores serán mangueras, que funcionan perfectamente en este tipo de sistemas.

Datos necesarios:

- Distancia entre líneas = distancia entre aspersores (por tratarse de un arreglo cuadrado de los aspersores) = 25m que sustenta también el espaciamiento requerido por el viento y la distribución en cuadrado (Ver arreglo de los aspersores en la sección 6.7.6.4.1).
- Número de aspersores por línea = 4 aspersores

- Dimensiones del terreno = 100m x100m
- Pendiente del terreno: 4% (altura de elevación 4m)

6.7.6.3.1.- Cálculos para determinar la Presión total del sistema para posteriormente elegir el equipo de bombeo

6.7.6.3.1.1.- Pérdidas primarias

6.7.6.3.1.1.1.- Líneas secundarias

Para el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías existen diversas fórmulas, pero la más versátil es la de Hazen-Williams, por ser aplicable para diferentes tipos de tuberías. Esta fórmula depende de cuatro factores: el caudal, el diámetro interior de la tubería y la constante fijada por el material de la tubería.

Fórmula de Hazen-Williams para diferentes tipos de tuberías:

$$J = 10.665 * \frac{(L * Q^{1.852})}{[C^{1.852} * (D^{4.869})]}$$

Siendo:

Q = Caudal en metros cúbicos/segundo.

D = Diámetro interior de tubería en metros (dato).

L = Largo total de tubería en metros (dato).

C = Constante que depende del material de la tubería (dato).

J = Pérdida de carga en m.c.a.

Tabla 7

VALOR DE C PARA DIFERENTES TIPOS DE MATERIALES			
Material	Constante C	Material	Constante C
PVC	150	Acero nuevo	120
PE	150	Acero usado	110
Fibrocemento	140	Fundición nueva	100
Hormigón	128	Fundición usada	85

- Caudal línea secundaria típica (al tratarse de cuatro posibles líneas) = n° de aspersores * Qa

$$Q \text{ línea secundaria primer tramo} = 4 \text{ unid.} * 1500\text{lt/hora} = 6000\text{lt/hora} = 0.00167\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ línea secundaria segundo tramo} = 3 \text{ unid.} * 1500\text{lt/hora} = 0.00125\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ línea secundaria tercer tramo} = 2 \text{ unid.} * 1500\text{lt/hora} = 0.00083\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q \text{ línea secundaria cuarto tramo} = 1 \text{ unid.} * 1500\text{lt/hora} = 0.00042\text{m}^3/\text{s}$$

- Largos de la línea secundaria diferentes tramos (ver Graf. 27).

$$\text{Largo primer tramo} = 13\text{m}$$

$$\text{Largo segundo tramo} = 25\text{m}$$

$$\text{Largo tercer tramo} = 25\text{m}$$

$$\text{Largo cuarto tramo} = 25\text{m}$$

- Diámetro de línea secundaria (dato) = D = 0.036m.

$$J \text{ primer tramo} = 10.665 * \frac{(13 * 0.00167^{1.852})}{[150^{1.852}] * (0.036^{4.869})}$$

$$J \text{ primer tramo} = 0.99\text{m}$$

$$J \text{ segundo tramo} = 10.665 * \frac{(25 * 0.00125^{1.852})}{[150^{1.852}] * (0.036^{4.869})}$$

$$J \text{ segundo tramo} = 1.12\text{m}$$

$$J \text{ tercer tramo} = 10.665 * \frac{(25 * 0.00083^{1.852})}{[150^{1.852}] * (0.036^{4.869})}$$

$$J \text{ tercer tramo} = 0.52\text{m}$$

$$J \text{ cuarto tramo} = 10.665 * \frac{(25 * 0.00042^{1.852})}{[150^{1.852} * (0.036^{4.869})]}$$

$$J \text{ cuarto tramo} = 0.15\text{m}$$

6.7.6.3.1.1.2.- Línea principal o de Impulsión

Para este caso la Línea de impulsión tiene una longitud de 72 metros incluyendo la tubería que sale desde la bomba, debido a que se trabajará en dos etapas la línea de impulsión será calculada con una medida de 60 metros (ver Graf. 27).

El valor del caudal corresponde al obtenido en la línea secundaria para el primer tramo, siendo este 0.00167m³/s.

Para el cálculo se considera una cañería de PVC de 63 mm de diámetro clase 10 (57mm de diámetro interior).

$$J \text{ impulsión} = 10.665 * \frac{(60 * 0.00167^{1.852})}{[150^{1.852} * (0.057^{4.869})]}$$

$$J \text{ impulsión} = 0.49\text{m}$$

6.7.6.3.1.1.3.- Línea de Succión

Par la línea de succión los valores de caudal y diámetro de cañería son los mismos que el punto anterior, variando la distancia que corresponde a 8 metros desde el espejo de agua a la bomba con una altura de aspiración de 2 metros aproximadamente.

$$J \text{ succión} = 10.665 * \frac{(8 * 0.00167^{1.852})}{[150^{1.852} * (0.057^{4.869})]}$$

$$J \text{ succión} = 0.07\text{m}$$

Luego la pérdida de carga primaria total a lo largo de la línea es la suma de las pérdidas primarias individuales y es de 3.34m (0.99+1.12+0.52+0.15+0.49+0.07).

6.7.6.3.1.2.- Pérdidas secundarias

6.7.6.3.1.2.1.- Línea secundaria

Luego se aplica la ecuación fundamental de pérdidas de carga secundarias de Hazen-Williams:

$$J = \frac{8 * K * Q^2}{D^4 * g * \pi^2} \quad (m)$$

Donde:

J = Pérdida de carga secundaria en m.c.a.

K = Constante del accesorio (dato).

Q = Caudal en m³/s.

g = 9.81m/s²

D = Diámetro interior del fitting o equipo (dato).

Tabla 8

Valores de K para diferentes Fittings			
Fittings	K	Fittings	K
Codo 90°	0.90	V. comp. 3/4 cerrada	24.00
Tee sin reducción	0.60	V. comp. 1/2 cerrada	5.60
Codo 45°	0.42	V. comp. 1/4 cerrada	1.15
Tee con reducción 1/2	0.90	V. comp. Abierta	0.19
Codo 90° suave	0.75	V. Retención	2.50
Tee bifurcación	1.80	Ensanches d/D - 1/4	0.92
Curva 90°	0.60	d/D - 1/2	0.56
Válvula pie	2.50	d/D - 3/4	0.19
Curva 180°	2.20	V. Globo abierta	10.00
Codo cuadrado	1.80	Tubo con borde	0.83
Contracciones d/D-1/4	0.42	V. ángulo abierta	5.00
d/D-1/2	0.32	Entradas	0.50
d/D-3/4	0.19		

Tabla obtenida de la Tesis de Grado: “Manual de Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado” de la Universidad de Talca. Autor: Leonardo Gaete Vergara, 2001.

Para la línea secundaria se contempla la instalación de los siguientes fittings y accesorios:

- Un collarín de 63mm de diámetro por 1”1/2 de salida (contracción), $50.08/57.0 \approx 0.88$, $K = 0.19$.
- Acoples **ciberplazón** tipo T de 40mm. Estos acoples se los realiza por la parte exterior de la manguera por lo que los tramos de manguera quedan unidos en el interior del acople produciéndose una pérdida mínima.
- Aspersor de cuya pérdida de carga es de 10 metros para un caudal de 1.5m³/hora, incluido el bastón de 0.8m de altura de PVC o manguera y sus fittings.

Los valores de caudal corresponden a 0.00167m³/s y los diámetros según el accesorio.

$$J \text{ secundaria} = \frac{8 * 0.19 * 0.00167^2}{0.036^4 * 9.81 * \pi^2} + 10$$

$$J \text{ secundaria} = 10.03\text{m}$$

6.7.6.3.1.2.2.- Línea Succión

Los fittings o equipamiento y accesorios que se instalarán en la línea de succión son:

- Una válvula de pie de 1 1/2” de diámetro al comienzo de la línea ($K = 2.50$).
- Un codo PVC 90° de 63mm de diámetro ($K = 0.90$).

El valor del diámetro es de 63mm y el del caudal corresponde a 0.00167m³/s.

$$J \text{ succión} = \frac{8(0.00167)^2}{9.81 * \pi^2} \left(\frac{0.90 + 2.50}{0.057^4} \right)$$

$$J \text{ succión} = 0.07\text{m}$$

6.7.6.3.1.2.3.- Línea de impulsión

Los fittings y accesorios que serán instalados en la línea de impulsión serán:

- Una válvula de compuerta de 2 1/2" de diámetro (K = 2.50)
- Una válvula de retención de 2 1/2" de diámetro (K = 2.50) recomendada para presiones mayores a 20 m.c.a. pero por motivo de seguridad se tomará en cuenta.
- Una T de 63mm de diámetro (K = 0.90).
- Un filtro de anillas metálica marca IRRITEC de 2" de diámetro, con una pérdida de carga según catálogo de aproximadamente 0.3m, para un caudal de 0.00167m³/s

Los valores de caudal y diámetro corresponden a los mismos valores anteriores.

$$J \text{ impul} = \frac{8(0.00167)^2}{9.81 * \pi^2} \frac{0.90 + 2 * 2.5}{0.057^4} + 0.3$$

$$J \text{ impul} = 0.43\text{m}$$

El valor de las pérdidas secundarias es de 10.53m.

6.7.6.3.2.- Presión Total

La presión total del sistema corresponde a la suma de las pérdidas primarias, secundarias y altura de elevación, cuyo valor es:

$$J \text{ total} = J \text{ primarias} + J \text{ secundarias} + H \text{ elevación}$$

$$J \text{ total} = 3.34\text{m} + 10.53\text{m} + 4\text{m} = 17.87 \text{ metros.}$$

Este valor corresponde a la presión que debiera entregar el equipo de bombeo (17.87m.c.a.) para hacer funcionar el sistema con un caudal de 6000lt/hora.

6.7.6.3.2.1.- Elección del Equipo de bombeo

La bomba sirve para succionar el agua de la fuente y poner el líquido bajo una cierta presión para su transporte hacia los aspersores con el fin de hacerlos funcionar. La bomba debe tener un caudal relativamente grande. La presión no es excesivamente alta. Por esto se emplean las bombas centrífugas.

La línea de succión debe ser lo más corta posible para una operación efectiva. La entrada del agua se protege por medio de una jaula o caja con una criba de malla, para evitar la entrada de impurezas al sistema.

Entre las aplicaciones de las bombas centrífugas puedo indicar que son utilizadas para bombeo de agua a presión, en riego o agua potable. Con eje libre e impulsor cerrado. Se suministran en potencias de 2hp hasta 125hp con motores eléctricos (monofásicos y trifásicos). Posteriormente después del cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías y accesorios, es decir después del cálculo de la presión que necesita el agua para el funcionamiento de los aspersores se determinará el tipo y capacidad de la bomba a utilizar.

El equipo de bombeo a elegir debe cumplir con los siguientes propósitos:

- Que entregue una presión igual o superior a 18 m.c.a.
- Que entregue un caudal de 6.0m³/hora con la presión anterior indicada.

De acuerdo con lo anterior se elige el siguiente equipo de bombeo:

Bomba centrífuga de presión de 2hp con una presión de 20 a 30m.c.a. En el mercado existen unas bombas muy prácticas y económicas con estas características de marca “Paolo”, la que cuenta con una capacidad de caudal

impulsado máximo de 260lt/min., encajando perfectamente en las necesidades de este proyecto.

6.7.6.3.2.2.- Comprobación de la potencia requerida

$$PR = (Qt*Pt*1000*9.8)/n*746$$

Siendo:

Qt = caudal total (m3/s) = 1600lt/hora = 0.0033m3/seg

Pt = presión requerida en m.c.a.

n = rendimiento por efectos de transmisión de potencia (por lo general se considera 0.5 para estas presiones intermedias)

1600lt	1m3	1hora	= 0.0033m3/seg
Hora	1000lt	3600seg	

$$PR = (0.0017*17.67*1000*9.8)/(0.5*746) = 0.79 \text{ HP (O.k)}$$

6.7.6.4.- Aspersores

Debido al “novedoso” sistema de cálculo, anteriormente presentado, ya se tomó en cuenta las pérdidas de carga que tienen los aspersores y sus accesorios y su consiguiente presión de trabajo requerida para su normal funcionamiento, obviamente con la impulsión de la bomba, que también ya fue establecida anteriormente.

El aspersor que se utilizará en la irrigación del terreno en santa Rosa será el denominado 5035 ¾”cuya principal aplicación se da en el uso general de campo de instalación fija o riego en móvil y el que puede ser adquirido en cualquier distribuidor especializado en sistemas de riego.

Principales características:

- Su diseño de boquilla dual brinda una significativa uniformidad de distribución.
- Alineador integral de chorro para obtener el máximo alcance a presiones intermedias.
- Espaciamiento entre aspersores 18 x 18 m
- Presiones de trabajo 3 - 4 bar
- Caudal de descarga 1. - 1.6 m³/hora

6.7.6.4.1- Arreglo de los aspersores del sistema semiportátil, con bomba y tubería principal estacionarias y laterales móviles

El aspersor no proporciona una superficie uniformemente mojada. En general, la parte más alejada del aspersor alcanza menos humedad. Además, el área cubierta tiene una forma circular, que no permite un arreglo sin la superposición de la superficie que riegan los aspersores adyacentes. Por esto, existen tres tipos de arreglos básicos de los aspersores: en cuadrado, rectángulo o triángulo. El arreglo que mejor se adapta a las condiciones del terreno en cuestión es: en cuadrado.

Para el arreglo en cuadrado la distancia entre aspersores es igual a la distancia a la que se mueve la lateral. Esta distancia es igual a 1.4 veces el radio del círculo de aspersión, Por ejemplo, el diámetro de este círculo es de 24 m, el espacio entre los aspersores en la lateral será de 1.4 x 12, o sea, de 16.8 m. La lateral se mueve cada vez a la misma distancia.

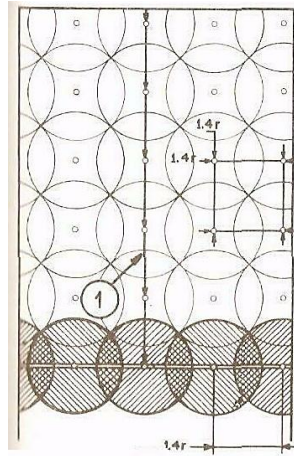


Gráfico 26
Arreglo en cuadrado

Como ya se anotó anteriormente, el arreglo de los aspersores será en cuadrado. Los aspersores de presión intermedia que son parte del diseño por aspersión, tienen un diámetro de círculo humedecido de 36 metros y la distancia entre cada aspersor es igual a 1.4 veces el radio, por lo que la distancia que habrá entre cada rociador será igual a $1.4 * 18 = 25.2$ metros, adoptando una distancia de 25 metros.

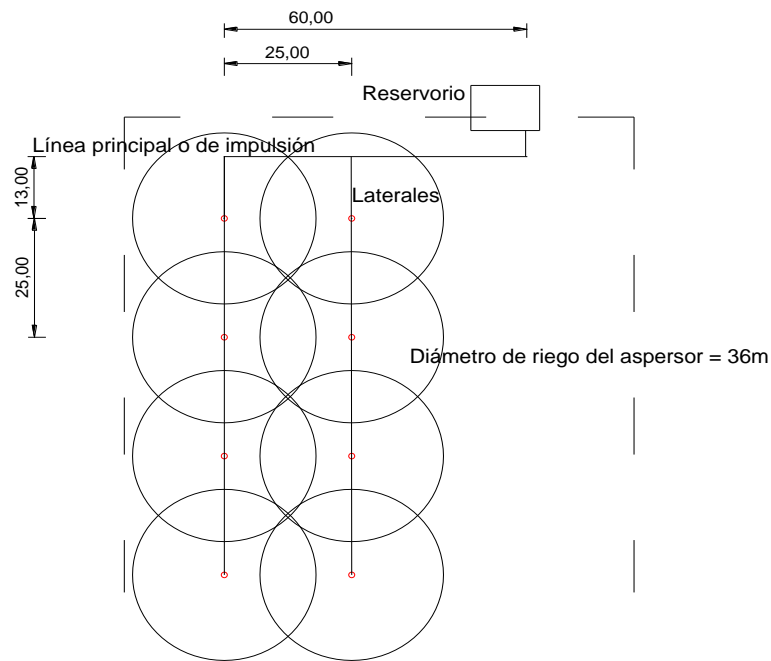


Gráfico 27
Arreglo de aspersores

6.7.6.4.2.- Tasa de aplicación de agua para aspersores

T.A.A.A. = $Q_a / (DI * Da)$ [Fórmula obtenida de la Tesis de Grado: “Manual de Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado” de la Universidad de Talca. Autor: Leonardo Gaete Vergara, 2001.]

Siendo:

Q_a = caudal de entrega del aspersor seleccionado (litros/hora) = $1,5m^3/h = 1500lt/h$

Puesto que en la etapa de salida de pellas en la que se necesita mayor volumen de agua, para una hectárea se requiere de $25,560m^3/día$, lo que quiere decir que como son diez y seis los aspersores que deben cubrir ese caudal en dos turnos, a cada uno le corresponde $0,0666m^3/h$.

$$\frac{25560m^3/día}{16aspersores} = 1.5975m^3/día$$

1.5975m ³	1 día
día	24 horas

$$= 0.0666m^3/hora$$

DI = distancia entre líneas de aspersores operando (m) = 25m

Da = Distancia entre aspersores operando por línea (m) = 25m (calculado más adelante en el arreglo o distribución de los aspersores en el terreno)

$$T.A.A.A. = 1.5m^3/h / (25m * 25m)$$

$$T.A.A.A. = 0.0024m/h = 2.4mm/hora$$

6.7.6.4.3.- Caudal total absorbido por los aspersores

C.T.A.A. = $Qa * N1 * Na$ [Fórmula obtenida de la Tesis de Grado: “Manual de Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado” de la Universidad de Talca. Autor: Leonardo Gaete Vergara, 2001.]

Siendo:

$N1$ = Número de líneas.

Na = Número de aspersores por línea.

$$C.T.A.A. = 1500\text{lt/h} * 1 * 4 = 6000\text{lt/hora}$$

El valor obtenido corresponde al caudal que debe entregar la bomba para regar $\frac{1}{4}$ de hectárea.

6.7.6.4.4.- Construcción y el funcionamiento de este dispositivo

- 1) El movimiento oscilante del brazo hace girar la boquilla hacia la derecha.
- 2) Brazo de retención. Por la presión del resorte, el brazo se encuentra fuera del radio de acción del brazo oscilante.
- 3) Brazo con tope que, al mover hacia la derecha, empujara el resorte a través de su punto muerto.
- 4) Topes limitantes del giro del aspersor. Pueden ser fijados en las posiciones deseadas para regular el giro.
- 5) Al chocar contra el tope limitante, el brazo se mueve e impulsa el resorte a través de su punto muerto. El resorte empuja ahora en la otra dirección.
- 6) El brazo de retención bloquea el movimiento del brazo oscilante.
- 7) El chorro de agua empuja el brazo oscilante, pero este está ahora conectado con la parte giratoria del aspersor. Entonces, todo gira hacia la izquierda, hasta que el brazo del resorte cheque con el otro tope limitante.

6.7.6.4.5.- Presión, orificio, gotas y descarga

Al aumentar la presión, el tamaño de las gotas será menor. También la sección del orificio influye sobre el tamaño de las gotas. Cuanto más chico sea el orificio, menor será el tamaño de estas.

En regiones con mucho viento, las gotas deben ser más grandes. En Yaculoma la velocidad del viento ha sido catalogada como moderada por lo que las gotas no serán de gran tamaño.

La descarga de la boquilla será mayor, si el orificio es más grande y la presión más alta. En el caso que se necesite una descarga grande, con un tamaño de gotas no tan finas, combinado con un gran alcance, se emplean boquillas con un orificio extra grande para compensar el efecto de la pulverización por la alta presión. La presión es necesaria para obtener un mayor alcance del chorro de agua.

6.7.6.5.- Equipos de control y medida

6.7.6.5.1.- Válvulas

Son dispositivos de cierre que permiten regular el paso de agua por las tuberías, habiendo en los más variados materiales como bronce, plástico, acero fundición y más. Para el presente sistema serán necesarias dos válvulas de cierre, para que pueda ser semi móvil, en el plano del sistema se detallará el lugar mismo de su posición.

Existen dos grupos de válvulas: manuales y automáticas, estas últimas a la vez se dividen en dos subgrupos: hidráulicas y electroválvulas.

6.7.6.5.2.- Válvula de pie

Esta válvula es indispensable en toda instalación de bombeo, se coloca al comienzo de la línea de succión y se abre en el momento en que la bomba comienza a aspirar el líquido en forma automática, ya que posee una compuerta

flotante en forma de disco que sube y abre el sistema al ser arrastrada por el flujo de agua producto del bombeo, una vez detenida la bomba su cierre es inmediato debido a que la compuerta es empujada por el peso del agua acumulada en la tubería impidiendo que la línea y la bomba se descebe (vaciar el interior). La ubicación de este tipo de válvula se detalla en el plano del sistema, al igual que el resto de fittings y accesorios.

6.7.6.5.3.- Válvula de retención

Es usada como dispositivo de seguridad, al detenerse una bomba de forma instantánea, producto de fallo del motor o del suministro de energía, se genera una onda de choque dentro de la tubería, produciéndose una sobrepresión que puede llegar a tres veces el valor de la presión nominal llamada Golpe de Ariete, esta sobrepresión en caso de llegar a la bomba produce daños severos en los elementos de estanqueidad como prensa estopas y sello mecánico. El funcionamiento de la válvula es automático, abriéndose en el momento de pasar agua a la línea de impulsión y cerrándose en el momento de detenerse la bomba, funcionando en forma idéntica que la válvula de pie. Se recomienda su uso con presiones de trabajo elevadas (20 m.c.a. o más).

6.7.6.5.4.- Medidor

El medidor es un aparato destinado a medir las cantidades de agua circundante. El control que efectúa no está afectado por variaciones de caudal, siempre que no sobrepasen el nominal máximo para el que ha sido construido.

El medidor más usado es el constituido por una turbina que, intercalada en el flujo de agua, va dando vueltas en número proporcional a la cantidad de agua. Mediante una transmisión mecánica, como engranajes, el giro de la turbina acciona un integrador que traduce sobre esferas visibles desde el exterior, las cantidades en metros cúbicos. Todo el conjunto descrito forma un solo cuerpo que

se instala en serie en el circuito o línea. Existen también medidores de transmisión eléctrica.

6.7.6.5.5.- Manómetro

Es un aparato destinado a medir la presión en un punto del circuito. Generalmente se construye con un muelle tubular el que está comunicado por un extremo al circuito de agua y cerrado por el otro extremo. La presión del agua deforma el muelle tubular y esta deformación, recogida por un dispositivo mecánico, mueve una aguja, que señala sobre una esfera el valor de la presión en kg/cm² o lb/pulg².

Se construye en diferentes tamaños y escalas. La elección del modelo adecuado depende de la presión a medir y de la presión que desee en la lectura. Su montaje requiere abrir el circuito de agua acoplando un dispositivo tubular adecuado al hilo del manómetro.

Por dicha razón es interesante acoplar entre el manómetro y la conducción, una válvula que permita separar el circuito del instrumento y poderlo reparar o reemplazar si es preciso, sin necesidad de interrumpir el servicio.

6.7.6.5.6.- Filtros

Uno de los mayores problemas en los sistemas de riego tecnificado son las obturaciones. Esto se debe a los pequeños diámetros de los emisores, sobre todo en el caso del riego por goteo, y las bajas velocidades del agua que facilitan la formación de obturaciones.

Para el evitar el paso de partículas minerales, el paso de bacterias y pequeñas algas es necesario filtrar el agua.

Las obturaciones en la línea producen descargas de agua irregulares en los diferentes puntos de emisión siendo perjudicial para los cultivos.

Existen numerosas formas de filtrar el agua, dependiendo de qué partícula queremos extraer. Para separar la arena del agua se utilizan filtros hidrociclones, para eliminar la arcilla y la materia orgánica se usan filtros de arena. Para agua proveniente de pozos se utilizan filtros de malla o anillas.

6.8.- Administración

6.8.1.- Operación y mantenimiento

La operación del sistema tecnificado de riego por aspersión, que se presentó en el anterior capítulo será manipulado por dos personas, esto en vista de que se trata de un sistema semi móvil del que las líneas secundarias pueden desprenderse para regar la otra mitad de la hectárea en cuestión. Se puede obviar el costo de operación del sistema debido a que los mismos dueños de la parcela podrán operarlo y darle un mantenimiento no muy complejo, que consistiría en limpiar los sedimentos del reservorio manualmente y revisar el normal funcionamiento de tuberías accesorios y equipo de bombeo.

6.8.2.- Volúmenes de obra

- Volumen de excavación del estanque reservorio

$$A_{sup} = 13.50m * 9.50m = 128.25m^2$$

$$A_{inf} = 6.60m * 10.60m = 69.96m^2 \text{ (ver Gráficos. 8, 10, 11)}$$

$$(A_{sup} + A_{inf})/2 = 99.105m^2$$

$$H_{promedio} = (2.50m + 2.60m)/2 = 2.55m$$

$$\text{Volumen de excavación} = 99.105m^2 * 2.55m = 252.72m^3$$

- Volumen de excavación tubería de captación

Volumen de excavación de la zanja que tenga las siguientes medidas típicas:
 $0.20\text{m} * 0.40\text{m} * 5.0\text{m} = 0.4\text{m}^3$

- Área de la geomembrana a utilizar

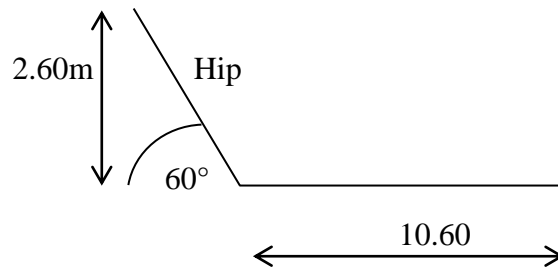


Gráfico 28
 Ángulo y corte talud

$$\text{Hip} = 2.60 / \text{sen}60$$

$$\text{Hip} = 3.00\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{Largo geomembrana} &= 2(\text{Hip}) + 10.60\text{m} + 2(\text{excavación trinchera}) = \\ &= 2(3.00\text{m}) + 10.60\text{m} + 2(0.8) = 18.2\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{Ancho geomembrana} = 2(3.00) + 6.60 + 2(0.80) = 14.2\text{m}$$

$$\text{Área geomembrana a utilizar} = 18.2\text{m} * 14.2\text{m} = 258.44\text{m}^2$$

- Área empedrado: solera

$$A_{\text{emp}} = 6.60 * 10.60 = 69.96\text{m}^2$$

- Volumen de hormigón para obra de captación

$$V_{\text{olhor}} = (0.20\text{m} * 0.03\text{m} * 0.8\text{m}) * 2 + 0.30\text{m} * 0.03\text{m} * 0.80\text{m} = 0.017\text{m}^3$$

- Área de levantamiento de capa vegetal

$$14.50 * 10.50 = 152.25m^2$$

Las longitudes de tuberías, accesorios y demás, están descritas detalladamente en el plano anexo.

TABLA 9

RESUMEN VOLUMEN DE OBRA	
Levantamiento capa vegetal	152.25m ²
Excavación cajón y tubería	253.12m ³
Empedrado	69.96m ²
Hormigón simple f'c = 140kg/cm ²	0.017m ³
Tubería PVC Ø = 63mm	72m
Tubería PVC Ø = 125mm	7.50m
Tubería PVC Ø = 140mm	4m
Manguera Ø = 40mm	182m

6.8.3.- Precios Unitarios

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DEL PROPONENTE: DIEGO SALTOS				HOJA 1	DE 20	
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA						
				UNIDAD:	m3	
RUBRO:	1			REDIMIENTO:	0.020	
DETALLE: EXCAVACIÓN INCLUYE DESALOJO						
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
Retroexcavadora		1.0000	35.0000	35.0000	0.7000	32.86%
Volqueta		2.0000	25.0000	50.0000	1.0000	46.95%
Herramienta manual					0.0074	0.35%
				PARCIAL M	1.7074	80.16%
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
OEP 1		1.0000	2.5600	2.5600	0.0512	2.40%
Chofer		1.0000	3.6400	3.6400	0.0728	3.42%
Ayudante maquinaria		0.5000	2.4400	1.2200	0.0244	1.15%
				PARCIAL N	0.1484	6.97%
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
				PARCIAL O	0.0000	0.00%
Ambato, agosto 2011						
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)		1.8558	87.13%	
		IND. Y UTILIDAD (%)		15.00%	0.2784	13.07%
		OTROS ESPECIFICOS(%)				
		COSTO TOTAL DEL RUBRO		2.1342		
DIEGO SALTOS S		VALOR PROPUESTO		2.13	100.00%	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROponente: DIEGO SALTOS
 OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA
 RUBRO: 2
 DETALLE: HORMIGÓN SIMPLE $f_c = 140\text{kg/cm}^2$
 HOJA 2 DE 20
 UNIDAD: m³
 REDIMIENTO: 1.600

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
Herramienta manual				0.8848	1.19%

PARCIAL M 0.8848 1.19%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
Maestro de obra	0.5000	2.5400	1.2700	2.0320	2.74%
Albañil	1.0000	2.4700	2.4700	3.9520	5.34%
Peón	3.0000	2.4400	7.3200	11.7120	15.81%

PARCIAL N 17.6960 23.89%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
Cemento	kg	250.0000	0.1300	32.5000	43.88%
Arena	m ³	0.5000	9.0000	4.5000	6.08%
Ripio	m ³	0.8600	10.0000	8.6000	11.61%
Agua	m ³	0.2200	1.0000	0.2200	0.30%

PARCIAL O 45.8200 61.87%

Ambato, agosto 2011

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)	64.4008	86.96%
IND. Y UTILIDAD (%)	15.00%	9.6601
OTROS ESPECIFICOS(%)		
COSTO TOTAL DEL RUBRO	74.0609	
VALOR PROPUESTO	74.06	100.00%

DIEGO SALTOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROPONENTE: DIEGO SALTOS HOJA 3 DE 20
 OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA
 RUBRO: 3 UNIDAD: m2
 DETALLE: EMPEDRADO EN SOLERA REDIMIENTO: 1.500

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
H. Menor				0.7320	2.51%
			PARCIAL M	0.7320	2.51%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
Peón	4.0000	2.4400	9.7600	14.6400	50.17%
			PARCIAL N	14.6400	50.17%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
Piedra bola	m3	1.0000	10.0000	10.0000	34.27%
			PARCIAL O	10.0000	34.27%

Ambato, agosto 2011	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)		25.3720	86.95%
	IND. Y UTILIDAD (%)		15.00%	3.8058
	OTROS ESPECIFICOS(%)			
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		29.1778	
DIEGO SALTOS	VALOR PROPUESTO		29.18	100.00%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DEL PROponente: DIEGO SALTOS				HOJA 4	DE 20	
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA						
RUBRO: 4				UNIDAD:	2.12m2	
DETALLE: GEOMEMBRANA GINEGAR				REDIMIENTO:	0.800	
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%	
H. Menor				0.2928	2.35%	
				PARCIAL M	0.2928	2.35%
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%	
Peón (CATEG I)	3.0000	2.4400	7.3200	5.8560	47.00%	
				PARCIAL N	5.8560	47.00%
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%	
Geomembrana marca Ginegar 500 micras	2.12m2	1.0000	4.6900	4.6900	37.64%	
				PARCIAL O	4.6900	37.64%
Ambato, agosto 2011						
				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)	10.8388	86.99%
				IND. Y UTILIDAD (%)	15.00%	1.6258
				OTROS ESPECIFICOS(%)		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	12.4646	
DIEGO SALTOS				VALOR PROPUESTO	12.46	100.00%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DEL PROPONENTE: DIEGO SALTOS					HOJA 5	DE 20
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA						
RUBRO: 5					UNIDAD: m	
DETALLE: MANGUERA 40mm					REDIMIENTO: 0.080	
EQUIPO						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
	H. Menor				0.0195	0.77%
				PARCIAL M	0.0195	0.77%
MANO DE OBRA						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
	Peón	2.0000	2.4400	4.8800	0.3904	15.37%
				PARCIAL N	0.3904	15.37%
MATERIALES						
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
	Manguera 40mm	m	1.00	1.800	1.8000	70.87%
				PARCIAL O	1.8000	70.87%
Ambato, agosto 2011						
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)					2.2099	87.00%
IND. Y UTILIDAD (%)					15.00%	0.3315
OTROS ESPECIFICOS(%)						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.5414	
DIEGO SALTOS					VALOR PROPUESTO	2.54
						100.00%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DEL PROponente: DIEGO SALTOS					HOJA 6	DE 20
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA						
RUBRO: 6					UNIDAD: 6m	
DETALLE: TUBERÍA PVC 63mm					REDIMIENTO: 1.300	
EQUIPO						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
	H. Menor				0.3172	1.06%
				PARCIAL M	0.3172	1.06%
MANO DE OBRA						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
	Peón	2.0000	2.4400	4.8800	6.3440	21.17%
				PARCIAL N	6.3440	21.17%
MATERIALES						
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
	Tubería PVC 63mm	6m	1.0000	19.4000	19.4000	64.73%
				PARCIAL O	19.4000	64.73%
Ambato, agosto 2011				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)	26.0612	86.96%
				IND. Y UTILIDAD (%)	15.00%	3.9092
				OTROS ESPECIFICOS(%)		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	29.9704	
DIEGO SALTOS				VALOR PROPUESTO	29.97	100.00%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DEL PROponente: DIEGO SALTOS				HOJA	7	DE 20
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA						
RUBRO:	7			UNIDAD:	6m	
DETALLE:	TUBERÍA PVC 125mm			REDIMIENTO:	0.350	
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%	
H. Menor				0.0427	0.15%	
				PARCIAL M	0.0427	0.15%
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%	
Peón	1.0000	2.4400	2.4400	0.8540	3.06%	
				PARCIAL N	0.8540	3.06%
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%	
Tubería PVC 125mm	6m	1.0000	23.4000	23.4000	83.75%	
				PARCIAL O	23.4000	83.75%
Ambato, agosto 2011						
				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)	24.2967	86.96%
				IND. Y UTILIDAD (%)	15.00%	3.6445
				OTROS ESPECIFICOS(%)		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	27.9412	
DIEGO SALTOS				VALOR PROPUESTO	27.94	100.00%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DEL PROponente: DIEGO SALTOS				HOJA	8	DE 20
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA						
RUBRO: 8				UNIDAD:	6m	
DETALLE: TUBERÍA PVC 140mm				REDIMIENTO:	0.340	
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%	
H. Menor				0.0415	0.12%	
				PARCIAL M	0.0415	0.12%
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%	
Peón	1.0000	2.4400	2.4400	0.8296	2.50%	
				PARCIAL N	0.8296	2.50%
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%	
Tubería PVC 140mm	6m	1.0000	28.0000	28.0000	84.34%	
				PARCIAL O	28.0000	84.34%
Ambato, agosto 2011						
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)				28.8711	86.96%	
IND. Y UTILIDAD (%)				15.00%	4.3307	13.04%
OTROS ESPECIFICOS(%)						
COSTO TOTAL DEL RUBRO				33.2017		
DIEGO SALTOS				VALOR PROPUESTO	33.20	100.00%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011							
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
NOMBRE DEL PROponente: DIEGO SALTOS					HOJA	9	DE 20
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA							
RUBRO: 9					UNIDAD:	u	
DETALLE: FILTRO IRRITEC (CABEZAL COMPLETO)					REDIMIENTO:	0.200	
EQUIPO							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%		
H. Menor				0.0244	0.04%		
				PARCIAL M	0.0244	0.04%	
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%		
Peón	1.0000	2.4400	2.4400	0.4880	0.83%		
				PARCIAL N	0.4880	0.83%	
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%		
Universal 2"	u	1.0000	8.5000	8.5000	14.50%		
Niple 2"	u	1.0000	1.0800	1.0800	1.84%		
Buje de 2 a 1 1/2	u	1.0000	2.2000	2.2000	3.75%		
Filtro de anillas Irritec	u	1.0000	37.0000	37.0000	63.12%		
Codo PVC 63mm	u	1.0000	1.6800	1.6800	2.87%		
				PARCIAL O	50.4600	86.08%	
Ambato, agosto 2011							
				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)	50.9724	86.95%	
				IND. Y UTILIDAD (%)	15.00%	7.6459	13.04%
				OTROS ESPECIFICOS(%)			
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	58.6183		
DIEGO SALTOS				VALOR PROPUESTO	58.62	100.00%	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011								
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
NOMBRE DEL PROPONENTE: DIEGO SALTOS				HOJA	10	DE 20		
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA								
RUBRO: 10				UNIDAD:	It			
DETALLE: PEGA PARA PVC				REDIMIENTO:	0.010			
EQUIPO								
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%			
H. Menor				0.0005	0.00%			
				PARCIAL M	0.0005	0.00%		
MANO DE OBRA								
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%			
Peón	0.4000	2.4400	0.9760	0.0098	0.06%			
				PARCIAL N	0.0098	0.06%		
MATERIALES								
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%			
Pega para PVC	It	1.0000	13.6000	13.6000	86.90%			
				PARCIAL O	13.6000	86.90%		
Ambato, agosto 2011								
				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)		13.6102	86.97%	
				IND. Y UTILIDAD (%)		15.00%	2.0415	13.04%
				OTROS ESPECIFICOS(%)				
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		15.6518		
DIEGO SALTOS				VALOR PROPUESTO		15.65	100.00%	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DEL PROPONENTE: DIEGO SALTOS					HOJA 11	DE 20
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA						
RUBRO: 11					UNIDAD:	u
DETALLE: TAPONES PARA TUBERÍA DE PVC DE 63mm					REDIMIENTO:	0.200
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%	
H. Menor				0.0122	0.44%	
				PARCIAL M	0.0122	0.44%
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%	
Peón	0.5000	2.4400	1.2200	0.2440	8.81%	
				PARCIAL N	0.2440	8.81%
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%	
Tapones para tubería PVC 63mm	u	1.0000	2.1500	2.1500	77.62%	
				PARCIAL O	2.1500	77.62%
Ambato, agosto 2011						
				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)	2.4062	86.87%
				IND. Y UTILIDAD (%)	15.00%	0.3609
				OTROS ESPECIFICOS(%)		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.7671	
DIEGO SALTOS				VALOR PROPUESTO	2.77	100.00%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DEL PROponente: DIEGO SALTOS				HOJA	12	DE 20
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA						
RUBRO:	12			UNIDAD:	u	
DETALLE:	COLLARÍN 63 x 3/4			REDIMIENTO:	0.005	
EQUIPO						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
	H. Menor				0.0002	0.01%
				PARCIAL M	0.0002	0.01%
MANO DE OBRA						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
	Peón	0.3000	2.4400	0.7320	0.0037	0.10%
				PARCIAL N	0.0037	0.10%
MATERIALES						
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
	Collarín 63 x 3/4	u	1.0000	3.1000	3.1000	86.83%
				PARCIAL O	3.1000	86.83%
Ambato, agosto 2011						
		TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)			3.1038	86.94%
		IND. Y UTILIDAD (%)		15.00%	0.4656	13.04%
		OTROS ESPECIFICOS(%)				
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			3.5694	
DIEGO SALTOS		VALOR PROPUESTO			3.57	100.00%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROponente: DIEGO SALTOS HOJA 13 DE 20
 OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA
 RUBRO: 13 UNIDAD: u
 DETALLE: TE PVC 63mm REDIMIENTO: 0.050

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
H. Menor				0.0018	0.15%
			PARCIAL M	0.0018	0.15%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
Peón	0.3000	2.4400	0.7320	0.0366	2.93%
			PARCIAL N	0.0366	2.93%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
Te PVC 63mm	u	1.0000	1.0500	1.0500	84.00%
			PARCIAL O	1.0500	84.00%

Ambato, agosto 2011

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)			1.0884	87.07%	
IND. Y UTILIDAD (%)			15.00%	0.1633	13.06%
OTROS ESPECIFICOS(%)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.2517		
DIEGO SALTOS	VALOR PROPUESTO		1.25	100.00%	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DEL PROponente: DIEGO SALTOS				HOJA	14	DE 20
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA						
				UNIDAD:	u	
RUBRO:	14			REDIMIENTO:	0.050	
DETALLE:	CODO PVC 63mm					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
H. Menor					0.0018	0.09%
				PARCIAL M	0.0018	0.09%
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
Peón		0.3000	2.4400	0.7320	0.0366	1.85%
				PARCIAL N	0.0366	1.85%
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
Codo PVC 63mm		u	1.0000	1.6800	1.6800	84.85%
				PARCIAL O	1.6800	84.85%
Ambato, agosto 2011						
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)					1.7184	86.79%
IND. Y UTILIDAD (%)					15.00%	0.2578
OTROS ESPECIFICOS(%)						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.9762	
DIEGO SALTOS VALOR PROPUESTO					1.98	100.00%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DEL PROPONENTE: DIEGO SALTOS				HOJA	15	DE 20
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA						
				UNIDAD:	u	
RUBRO:	15			REDIMIENTO:	0.001	
DETALLE: BOMBA DE PRESIÓN DE 2HP						
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
H. Menor					0.0000	0.00%
				PARCIAL M	0.0000	0.00%
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
Peón		0.3000	2.4400	0.7320	0.0007	0.00%
				PARCIAL N	0.0007	0.00%
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
Bomba de presión marca PAOLO de 2hp de 20 a 30 m.c.a.		u	1.0000	225.0000	225.0000	86.96%
				PARCIAL O	225.0000	86.96%
Ambato, agosto 2011				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)	225.0008	86.96%
				IND. Y UTILIDAD (%)	15.00%	33.7501
				OTROS ESPECIFICOS(%)		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	258.7509	
DIEGO SALTOS				VALOR PROPUESTO	258.75	100.00%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROPONENTE: DIEGO SALTOS HOJA 16 DE 20
 OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA
 RUBRO: 16 UNIDAD: u
 DETALLE: VÁLVULA DE PIE 2 1/2" REDIMIENTO: 0.800

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
H. Menor				0.0293	0.08%

PARCIAL M 0.0293 0.08%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
Peón	0.3000	2.4400	0.7320	0.5856	1.66%

PARCIAL N 0.5856 1.66%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
Válvula de pie 2 1/2"	u	1.0000	30.0000	30.0000	85.20%

PARCIAL O 30.0000 85.20%

Ambato, agosto 2011

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)	30.6149	86.95%
IND. Y UTILIDAD (%)	15.00%	4.5922 13.04%
OTROS ESPECIFICOS(%)		
COSTO TOTAL DEL RUBRO	35.2071	
VALOR PROPUESTO	35.21	100.00%

DIEGO SALTOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROPONENTE: DIEGO SALTOS HOJA 17 DE 20
 OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA
 RUBRO: 17 UNIDAD: u
 DETALLE: VÁLVULA EN ROSCA HEMBRA UNIVERSAL 2 1/2" REDIMIENTO: 0.080

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
H. Menor				0.0029	0.01%
			PARCIAL M	0.0029	0.01%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
Peón	0.3000	2.4400	0.7320	0.0586	0.28%
			PARCIAL N	0.0586	0.28%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
Válvula en rosca hembra universal 2 1/2	u	1.0000	18.3500	18.3500	86.68%
			PARCIAL O	18.3500	86.68%

Ambato, agosto 2011

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)	18.4115	86.97%
IND. Y UTILIDAD (%)	15.00%	2.7617 13.05%
OTROS ESPECIFICOS(%)		
COSTO TOTAL DEL RUBRO	21.1732	
DIEGO SALTOS VALOR PROPUESTO	21.17	100.00%

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROPONENTE: DIEGO SALTOS HOJA 18 DE 20
 OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA
 RUBRO: 18 UNIDAD: u
 DETALLE: VÁLVULA DE RETENCIÓN 2 1/2" REDIMIENTO: 0.030

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
H. Menor				0.0011	0.00%
			PARCIAL M	0.0011	0.00%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
Peón	0.3000	2.4400	0.7320	0.0220	0.05%
			PARCIAL N	0.0220	0.05%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
Válvula de retención 2 1/2"	u	1.0000	42.0000	42.0000	86.90%
			PARCIAL O	42.0000	86.90%

Ambato, agosto 2011

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)			42.0231	86.95%	
IND. Y UTILIDAD (%)			15.00%	6.3035	13.04%
OTROS ESPECIFICOS(%)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO			48.3265		
DIEGO SALTOS	VALOR PROPUESTO		48.33	100.00%	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROPONENTE: DIEGO SALTOS HOJA 19 DE 20
 OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA
 RUBRO: 19 UNIDAD: u
 DETALLE: ASPERSOR NAAM5035 REDIMIENTO: 0.600

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
H. Menor				0.0220	0.15%

PARCIAL M 0.0220 0.15%

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
Peón	0.3000	2.4400	0.7320	0.4392	3.05%

PARCIAL N 0.4392 3.05%

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
Aspersor Naam5035 con radio de aspersió = 18m	u	1.0000	12.0500	12.0500	83.74%

PARCIAL O 12.0500 83.74%

Ambato, agosto 2011

TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)	12.5112	86.94%
IND. Y UTILIDAD (%)	15.00%	1.8767 13.04%
OTROS ESPECIFICOS(%)		
COSTO TOTAL DEL RUBRO	14.3878	
VALOR PROPUESTO	14.39	100.00%

DIEGO SALTOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN 2011						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DEL PROponente: DIEGO SALTOS				HOJA	20	DE 20
OBRA: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA						
				UNIDAD:	u	
RUBRO:	20			REDIMIENTO:	0.090	
DETALLE:	MANÓMETRO					
EQUIPO						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
H. Menor					0.0033	0.01%
				PARCIAL M	0.0033	0.01%
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	COSTO UNIT.	%
Peón		0.3000	2.4400	0.7320	0.0659	0.16%
				PARCIAL N	0.0659	0.16%
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	%
Manómetro		u	1.0000	35.0000	35.0000	86.78%
				PARCIAL O	35.0000	86.78%
Ambato, agosto 2011				TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O)	35.0692	86.96%
				IND. Y UTILIDAD (%)	15.00%	5.2604
				OTROS ESPECIFICOS(%)		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	40.3296	
DIEGO SALTOS				VALOR PROPUESTO	40.33	100.00%

6.8.4.- Presupuesto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y M. SEMINARIO DE GRADUACIÓN					
NOMBRE DEL PROPONENTE: DIEGO SALTOS					
PRESUPUESTO GENERAL DE OBRA					
SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA					
PRECIOS DEL DISEÑO MODULAR PARA UNA HECTÁREA					
CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS					
N	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TANQUE RESERVORIO					
1	EXCAVACIÓN INCLUYE DESALOJO	m2	252.72	2.14	540.82
2	HORMIGÓN SIMPLE $f_c = 140\text{kg/cm}^2$	m3	0.017	76.06	1.29
3	EMPEDRADO EN SOLERA	m2	69.96	29.18	2 041.43
4	GEOMEMBRANA GINEGAR	2.12m2	258.44	12.46	1 518.94
5	TUBERÍA PVC 125mm	6m	7.50	27.94	34.93
6	TUBERÍA PVC 63mm	6m	72.00	29.97	359.64
7	TUBERÍA PVC 140mm	6m	4.00	33.20	22.13
LÍNEA DE CONDUCCIÓN					
8	MANGUERA 40mm	m	182.00	2.54	462.28
9	BOMBA DE PRESIÓN DE 2HP	u	1.00	258.75	258.75
10	FILTRO IRRITEC (CABEZAL COMPLETO)	u	2.00	58.62	117.24
11	PEGA PARA PVC	lt	2.00	15.65	31.30
12	TAPONES PARA TUBERÍA DE PVC DE 63mm	u	2.00	2.77	5.54
13	COLLARÍN 63 x 3/4	u	4.00	3.57	14.28
14	TE PVC 63mm	u	1.00	1.25	1.25
15	CODO PVC 63mm	u	1.00	1.98	1.98
16	MANÓMETRO	u	1.00	40.33	40.33
17	VÁLVULA DE PIE 2 1/2"	u	1.00	35.21	35.21
18	VÁLVULA EN ROSCA HEMBRA UNIVERSAL 2 1/2"	u	2.00	21.17	42.34
19	VÁLVULA DE RETENCIÓN 2 1/2"	u	2.00	48.33	96.66
SISTEMA DE ASPERSIÓN					
20	ASPERSOR NAAM 5035	u	8.00	14.39	115.12
				SUMAN	5 741.46
				TOTAL	
SON: Cinco mil setecientos cuarenta y uno con cuarenta y seis centavos					
Ambato, agosto 2011			DIEGO SALTOS		

6.8.5.- Cronograma de actividades

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO												
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA												
PROYECTO: RIEGO POR ASPERSIÓN EN SANTA ROSA												
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES												
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL												
EGRESADO: DIEGO SALTOS												
				PRECIO			TIEMPO EN DÍAS					
		UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL	% P. TOTAL	1°	2°	3°	4°	5°	6°
TANQUE RESERVORIO												
						%	4.69	4.69				
						\$	269.15	269.15				
1	EXCAVACIÓN INCLUYE DESALOJO	m2	252.72	2.13	538.29	9.38						
							0.02					
							1.29					
2	HORMIGÓN SIMPLE Fc = 140kg/cm2	m3	0.017	76.06	1.29	0.02						
									35.57			
									2 041.43			
3	EMPEDRADO EN SOLERA	m2	69.96	29.18	2 041.43	35.57						
										13.23	13.23	
										759.47	759.47	
4	GEOMEMBRANA GINEGAR	2.12m2	258.44	12.46	1 518.94	26.47						
										0.61		
										34.93		
5	TUBERÍA PVC 125mm	6m	7.50	27.94	34.93	0.61						
												6.27
												359.64
6	TUBERÍA PVC 63mm	6m	72.00	29.97	359.64	6.27						
												0.39
												22.13
7	TUBERÍA PVC 140mm	6m	4.00	33.20	22.13	0.39						
LÍNEA DE CONDUCCIÓN												
												8.06
												462.28
8	MANGUERA 40mm	m	182.00	2.54	462.28	8.06						
												4.51
												258.75
9	BOMBA DE PRESIÓN DE 2HP	u	1.00	258.75	258.75	4.51						
												2.04
												117.24
10	FILTRO IRRITEC (CABEZAL COMPLETO)	u	2.00	58.62	117.24	2.04						
												0.55
												31.30
11	PEGA PARA PVC	lt	2.00	15.65	31.30	0.55						
												0.10
												5.54
12	TAPONES PARA TUBERÍA DE PVC DE 63mm	u	2.00	2.77	5.54	0.10						
												0.25
												14.28
13	COLLARÍN 63 x 3/4	u	4.00	3.57	14.28	0.25						
												0.02
												1.25
14	TE PVC 63mm	u	1.00	1.25	1.25	0.02						
												0.03
												1.98
15	CODO PVC 63mm	u	1.00	1.98	1.98	0.03						
												0.70
												40.33
16	MANÓMETRO	u	1.00	40.33	40.33	0.70						
												0.61
												35.21
17	VÁLVULA DE PIE 2 1/2"	u	1.00	35.21	35.21	0.61						
												0.74
												42.34
18	VÁLVULA EN ROSCA HEMBRA UNIVERSAL 2 1/2"	u	2.00	21.17	42.34	0.74						
												1.68
												96.66
19	VÁLVULA DE RETENCIÓN 2 1/2"	u	2.00	48.33	96.66	1.68						
SISTEMA DE ASPERSIÓN												
												2.01
												115.12
20	ASERSOR NAAM 5035	u	8.00	14.39	115.12	2.01						
				SUMAN	5 738.93	100.00						
				AVANCE PARCIAL			4.71	4.69	35.57	13.84	13.23	27.95
				AVANCE ACUMULADO			4.71	9.40	44.97	58.82	72.05	100.00
				INVERSIÓN PARCIAL			270.44	269.15	2 041.43	794.40	759.47	1 604.05
				INVERSIÓN ACUMULADA			270.44	539.58	2 581.01	3 375.41	4 134.88	5 738.93

6.9.- Previsión de la evaluación

6.9.1.- Especificaciones técnicas de los rubros de construcción

Se entiende por especificaciones técnicas, el conjunto de disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que hay que seguir para la correcta implantación de la obra y que las diferentes entidades públicas y privadas suelen tener estipuladas. El objetivo de estas especificaciones es asegurar la idoneidad de los resultados obtenidos.

- **Excavación incluyendo desalojo**

La excavación para el estanque reservorio se realizará con retroexcavadora de alquiler y la para la excavación de la zanja de la tubería de captación así como el perfilado de los taludes del reservorio se hará con pala a mano.

- **Hormigón simple $f'c = 140\text{kg/cm}^2$**

El hormigón simple se elaborará con cemento portland tipo 1 marca Holcim, que deberá alcanzar una resistencia $f'c = 140\text{kg/cm}^2$ y que deberá cumplir con las especificaciones INEN. En el caso de los agregados, que son los materiales pétreos finos y gruesos que se usan en la elaboración del hormigón, los cuales cumplirán con las siguientes características: limpieza, dureza, resistencia, durabilidad y granulometría apropiada de acuerdo en lo posible con la norma INEN 696. La arena y ripio se conseguirá de lugares cercanos al sector debido a la mínima cantidad de hormigón que se requiere. En cuanto al agua para preparar el hormigón deberá ser agua dulce, limpia y libre de aceites, ácidos, álcalis, sales, sedimentos, materiales orgánicos y otras sustancias perjudiciales al propósito del uso, con sujeción a la siguiente norma.

Sulfato de Sodio (Na SO 4) máximo	1.000 p.p.m.
Cloruro de Sodio (Na Cl) máximo	1.000 p.p.m.

Turbidez máxima

1.500 p.p.m.

- **Empedrado en la solera del reservorio**

Para el empedrado se utilizará piedra bola, cuyo diámetro deberá ser de 8cm a 10cm con un máximo de 12cm.

- **Geomembrana GINEGAR**

La geomembrana que se utilizará es de marca GINEGAR la misma que se encuentra con grosores de 175 micras y 500 micras, en este caso se utilizará la de 500 micras. Esta geomembrana estará anclada a los costados del reservorio con trincheras de 30cm de ancho y 30cm de profundidad, cavados a mano. Estas geomembranas están fabricadas con resinas vírgenes de polietileno. Son resistentes a una amplia gama de productos químicos, incluyendo ácidos, sales, alcoholes, aceites e hidrocarburos, pudiendo estos actuar concentrados y/o diluidos sin ocasionar deterioro del material.

- **Manguera para usos hidráulicos**

Uso: En equipo y maquinarias de construcción, agrícolas, mineras y transporte en general, en líneas de mediana presión, para el transporte de aceites minerales, hidráulicos, emulsiones de agua y aceite. Resiste temperaturas entre -40° y +100° C máximo y en lapsos cortos de hasta 125° C

Tubo interior: De caucho sintético resistente a los aceites

Cubierta: Caucho sintético resistente a la abrasión e intemperie

Presión de ruptura: 758 bares u 11000 PSI

- **Tubería de PVC**

Se fabrican con sustancias químicas obtenidas por polimerización de componentes vinílicos, en longitudes de 3 y 6 m., hasta diámetros de 40 cm. y para soportar presiones de 5.1 a 12.5 kg/cm². Esta tubería tiene gran dureza y alta resistencia a la corrosión.

Debe evitarse su utilización al aire libre o en su defecto darle el tratamiento adecuado.

El fondo de la zanja donde irá asentada la tubería no debe contener materiales duros como rocas, troncos, etc. En la colocación debe tenerse especial cuidado que la tubería no se asiente sobre rocas. La tubería de PVC, debe cumplir con las normas INEN.

Características técnicas del PVC

Conductividad térmica

Propiedades Térmicas	
Calor Específico (J K ⁻¹ kg ⁻¹)	1000-1500
Coefficiente de Expansión Térmica (x10 ⁻⁶ K ⁻¹)	75-100
Conductividad Térmica a 23C (W m ⁻¹ K ⁻¹)	0,12-0,25
Temperatura Máxima de Utilización (C)	50-75
Temperatura Mínima de Utilización (C)	-30
Temperatura de Deflación en Caliente - 0.45MPa (C)	70
Temperatura de Deflación en Caliente - 1.8MPa (C)	67

Coefficiente de dilatación

Densidad	1,37 a 1,42 Kg/dm. ³
Coefficiente de dilatación lineal	0,000.060 a 0.000.080 m/°C/m.
Temperatura de ablandamiento	> 80 °C.
Módulo de elasticidad a 20° C	> 28.000 Kg./cm. ²

Tensión de rotura a tracción	> 500 Kg./cm. ²
------------------------------	----------------------------

Coefficiente térmico de 20°C a 50°C.

Coefficiente de fricción (Tenga en cuenta que existe coeficiente de fricción estático y coeficiente dinámico).

Coefficiente de fricción	n = 0.009 c =150	Manning Hazen – Williams (unid)
--------------------------	------------------	---------------------------------

	Valor	Unidades
Características físicas	-	-
Peso específico	1.36 - 1.40	gr/cm ³ a 25°C
Variación longitudinal máx.	> 5 segundos NCh 1649	%
Coefficiente de dilatación térmica	0.08	mm/(m°C)
Inflamabilidad	Auto extinguable	-
Coefficiente de fricción	n = 0.009 c =150	Manning Hazen-Williams
Punto Vicat	76 (T° de ablandamiento)	°C
Constante dieléctrica	4	50/60 ciclos
	3,4	800 ciclos
	3	>1 Millón de ciclos
Factor de disipación	0,02-0,04	800 mil a 1 millón de ciclos
Resistencia dieléctrica	20	Kw / mm
Conductividad térmica	35×10-5	Cal × cm / (cm ² ×s×°C)
Características mecánicas		
Tensión de diseño	100	kg/cm ²
Resistencia a la tracción	450 a 550	kg/cm ²
Resistencia a la compresión	610	kg/cm ²
Módulo de elasticidad	30.000	kg/cm ²
Resistencia al aplastamiento	Hasta 0,4 veces el Ø sin fisuras ni roturas (según normativa chilena)	-

Elongación hasta la rotura	15	%
Resistencia Química	-	-

Dureza de Shore.

Módulo de elasticidad a 20° C	> 28.000 Kg./cm. ²
Tensión de rotura a tracción	> 500 Kg./cm. ²

Resistencia al impacto

El PVC posee una excelente resistencia al choque: en efecto, pruebas realizadas en varios perfiles sometidos a diferentes temperaturas, entre los 0 °C y los 20 °C con una energía de impacto de 50 J, han dado resultados extraordinarios. (1J = 10 kg./cm).

Resistencia a la tracción.

Tensión de rotura a tracción	> 500 Kg./cm. ²
------------------------------	----------------------------

BARRAS PVC	
DIÁMETRO (mm)	m/l (Peso Teórico)
5	0,03
6	0,05
8	0,08
10	0,13
12	0,18
15	0,28
20	0,49
25	0,75
30	1,08
35	1,45
40	1,90
45	2,41
50	2,98
55	3,58
60	4,31
65	5,10
70	5,83
75	6,60
80	7,52
85	8,41

PLACAS PVC	
ESPESOR (mm)	Kg/M ² (Peso Teórico)
1	1,45
2	2,90
3	4,35
4	5,80
5	7,25
6	8,70
8	11,60
10	14,50
12	17,40
15	21,75
20	29
25	36,25
30	

90	9,55
100	11,86
110	14,30
120	17,23
130	20,08
140	22,51
150	26,28
160	30,00
180	37,60
200	47,10
225	59,05
250	72,70
300	115,60

- **Válvula de compuerta**

El contratista proporcionará las válvulas de compuerta y accesorios para su completa instalación que se requieran según el proyecto. De igual forma se deberá suministrar los empaques necesarios que se requieran para la instalación de las válvulas y accesorios.

Las válvulas de compuerta serán de fabricación normal y de buena calidad, con respecto a sus materiales y accesorios. Las válvulas de compuerta deberán cumplir con las normas y especificaciones según la designación AWWA C 500-86, de la AWWA (Asociación Americana de Abastecimientos de Agua).Cuerpo de hierro fundido ASTM A126 clase B, hierro dúctil ASTM A395 o A536, u otras normas reconocidas que aseguren una calidad equivalente o superior.

Características:

Las válvulas de compuerta tendrán caja de hierro, con montaje total de bronce ASTM B62, doble disco y caras paralelas. Las válvulas de compuerta se abrirán con un movimiento contrario al de las manecillas de un reloj. Las válvulas tendrán extremos lisos y volantes para su operación.

Los mecanismos internos de las válvulas, sobre todo los vástagos y compuertas, deben soportar un torque de 300 lbs-pie.

- **Instalación de piezas especiales**

Se entenderá por instalación de piezas especiales, el conjunto de operaciones que deberá realizar el constructor para colocar según el proyecto las piezas especiales que son: codos de varios ángulos, Tees, Yees, reducciones, pasamuros, Zetas, tramos cortos, uniones bridadas, cruces y tapones con el fin de cumplir con los requerimientos de cambios de sección o de dirección en la red de agua.

El contratista suministrará las piezas especiales que se requieran según el proyecto; Las piezas especiales serán manejadas cuidadosamente por el Constructor a fin de que no se deterioren. Previamente a su instalación se inspeccionará cada unidad para eliminar las que presenten algún defecto en su fabricación. Las piezas defectuosas serán retiradas de la obra y no podrán emplearse en ningún lugar de la misma, debiendo ser respuesta de la calidad exigida por el Constructor.

Antes de su instalación las piezas especiales deberán ser limpiadas de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las uniones.

Simultáneamente el tendido de un tramo de tubería se instalará los nudos de dicho tramo, colocándose tapones ciegos provisionales en los extremos libres de esos nudos. A excepción del final de las mangueras que solamente serán dobladas. Los nudos estarán formados por las cruces, codos, reducciones y demás piezas especiales que señale el proyecto.

- **Collarín 63 x ¾**

Marca:Hoffens / Flowguard Gold.

Medida: 63 x ¾ pulgada.

Color: Negro.

Material: Polipropileno.

Principales usos: Unión económica y práctica para generar arranques perpendiculares, con sistema de rosca en la red de agua.

Tamaño para despacho: Pequeño

- **Filtros de malla IRRITEC**

Filtros en línea de polipropileno.

Malla inoxidable de 120 Mesh.

Disponibles como recambio mallas de 120 y 50 Mesh.

Juntas de gomas nitrílicas.

Presión máx. de trabajo 8 Bar a 20° C.

- **Manómetro Seco**

Uso: Para aire, agua, aceite y fluidos compatibles con la conexión y mecanismo.

Recomendada para usos industriales, donde no hay vibración y golpes de ariete.

Caja: Acero esmaltado negro o polipropileno negro

Mecanismo: Bronce

Diámetro esfera: 2 ½” (63mm) o 4” (100mm)

Escala: Doble psi / bar o bar / psi

Conexión: de 1/4” o 1/2” inferior (radial) o posterior de bronce

- **Aspersor NAAM 5035**

Uso general de campo de instalación fija o riego en móvil. Sus principales características son:

- Su diseño de boquilla dual brinda una significativa uniformidad de distribución.
- Alineador integral de chorro para obtener el máximo alcance a presiones intermedias.
- Radio de riego 18m
- Presiones de trabajo 2 - 4 bar
- Â Descarga 1. - 1.6 m3/hora

- **Bomba marca PAOLO**

Bomba de presión utilizada en bombeo de agua potable, líquidos industriales y proyectos de riego.

Cuenta con una potencia de 2hp, teniendo una capacidad de caudal de hasta 260 lps.

Para su instalación se requiere de elementos y adopción de características detalladas en la elección de la bomba.

6.9.2.- Estudio de impacto ambiental

6.9.2.1.- Introducción

La problemática concerniente al impacto sobre el Medio Ambiente que puedan tener los proyectos de desarrollo de la agricultura bajo riego, ha tomado un papel protagónico durante los últimos 20 años. Aquellas épocas donde la importancia de estos proyectos se centraba únicamente en el aumento de la producción agrícola (para una población mundial que crecía desenfrenadamente) han dado paso a una sociedad mucho más consciente de la necesidad de proteger los recursos naturales que heredarán las siguientes generaciones.

6.9.2.2.- Objetivos del estudio de impacto ambiental

El objetivo general es ejecutar un diagnóstico de impacto ambiental derivado de las obras de regadío en el terreno agrícola localizado en la parroquia Santa Rosa, Sector Yaculoma.

6.9.2.3.- Metodología de evaluación de impacto ambiental y mitigación

El estudio se llevó a cabo a través de una revisión de la literatura concerniente al tema, conjuntamente se visitaba el área a fin de entender mejor, y de ser posible, visualizar en el campo los efectos de los impactos identificados. Paralelamente, se realizaron entrevistas a moradores del sector y a profesionales del agua vinculados en una u otra forma al crecimiento del agro ecuatoriano.

Para el diagnóstico y análisis de impacto ambiental se hizo la revisión de una serie de enfoques o modelos ya existentes en la literatura, como son: Interim Mekong Committee (1982), Winograd, et al (1998) y Hammond, et al (1995). De estos métodos, el mayor número de indicadores serán tomados del modelo de Mock y Bolton (1993) que fue desarrollado específicamente teniendo en mente proyectos de desarrollo de riego y drenaje. Al poder extraer de estos enfoques lo que más compagina con la información disponible en el área de estudio, se podrá obtener un panorama más amplio de lo ocurrido y que está ocurriendo en la parroquia y sobre los posibles efectos ambientales (tanto positivos como negativos) a mediano y largo plazo en el área de estudio.

Finalmente cabe destacar la importancia y alcance de este estudio ya que la implementación de un sistema de riego tecnificado en la zona de Yaculoma, podrá servir como modelo para futuros proyectos.

Ahora bien, a pesar de la importancia que el Medio Ambiente representa para nuestras vidas, solo en los últimos años hemos empezado a buscar “indicadores” que nos permitan determinar, en una manera similar, en donde nos encontramos y

hacia donde nos dirigimos respecto a la calidad del entorno que nos rodea. El término “indicador” se remonta al verbo latino “indicare” que significa dar a conocer mostrar, estimar, valorar, o hacer público.

Para el diagnóstico de impacto ambiental en el área de influencia del proyecto de riego fue necesario el análisis de información secundaria, observaciones de campo y entrevistas a informantes calificados, para su presentación se han agrupado indicadores según los efectos o alteraciones que tienen lugar en ámbitos definidos, como sigue:

Alteraciones en el ciclo hidrológico natural y/o cuenca	—————>	* Ejecución de Obras		
		* Deforestación		
		* Erosión		
Alteraciones por acciones antrópicas	—————>	* Paisaje		
		* Migración		
Alteraciones del recurso hídrico	—————>	* Calidad		
		* Efluentes		
		* Contaminación de aguas subterráneas		
Alteraciones afines a la operación del sistema	—————>	* Salinización		
		* Inundación / encharcamientos		

A continuación se discuten y presentan resultados con base a las posibles alteraciones producidas, arriba mencionadas.

6.9.2.3.1.- Alteraciones en el ciclo hidrológico natural y/o cuenca

- Ejecución de obras

Las actividades de construcción y operación de los sistemas de riego afectan directamente el ciclo hidrológico de la zona y su área de influencia. El desvío, captación y almacenamiento del agua del canal Chiquicahua con fines del aprovechamiento del recurso hídrico, tendrá consecuencias sobre el medio

ambiente, tanto aguas abajo como aguas arriba. Sin embargo estas consecuencias son en parte positivas, pues el ahorro de agua es evidente como se indicó en capítulos anteriores, captando solo el volumen necesario en las diferentes etapas del cultivo, aportando también con la mejor distribución del recurso a la zona baja del páramo de la parroquia. Así, el caudal ecológico que debía circular por el canal, se verá afectado a baja escala por la construcción de las obras de derivación. De igual forma se ha observado que la agresividad erosiva de la acequia por la alteración de las condiciones naturales del cauce, serán insignificantes. Por otro lado se estima no habrá aumentos considerables en los niveles freáticos, por tratarse de un sistema de riego no muy invasivo con respecto a la cantidad de agua que utiliza.

Durante el movimiento de tierras en las etapas de extracción, carga, transporte y disposición, se debe evitar también la contaminación atmosférica. Para ello las volquetas deberán utilizar carpas de protección para con ello evitar derramamiento en la vía, con este propósito también circularán a bajas velocidades.

- Deforestación

Debido a que las parcelas que pueden beneficiarse del diseño de un sistema de riego por aspersión ya son en sí áreas destinadas a la agricultura, no se presentarán inconvenientes con respecto a la deforestación, puesto que no hay necesidad de deforestar vastas áreas para la instalación del sistema de riego.

- Erosión

El mayor grado de erosión se está produciendo ahora, cuando las parcelas son inundadas como forma de regadío. Por lo que se establece que al proporcionar solo el agua necesaria al suelo se mitigará este problema.

6.9.2.3.2.- Alteraciones por acciones Antrópicas

- En el paisaje

Dentro de la parroquia Santa Rosa y por supuesto en el sector de Yaculoma la acción del hombre ha sido permanente desde tiempos remotos a la actualidad. En el pasado, los antiguos habitantes desarrollaron una agricultura próspera a lo largo del páramo andino, pero sin las propuestas ambientales sustentables para el desarrollo de la sociedad.

La modificación del paisaje será mínima, puesto que como ya se mencionó anteriormente, la zona en cuestión es meramente agrícola, siendo la mayor afectación para este punto la construcción del estanque de reserva. Las principales acciones antrópicas en la fase de operación y mantenimiento, corresponderán a la operación de la infraestructura de riego, en sus puntos neurálgicos como lo son el reservorio y la red de riego.

- Migración

Aunque la implementación de un sistema de riego por aspersión en la parroquia Santa Rosa no sea, ni de lejos, una de las causas principales de la migración de la población, si es necesario tener en cuenta que todos estos procesos de tecnificación en el agro ecuatoriano, han contribuido a que familias enteras tengan que dejar sus actividades agrícolas para trabajar y vivir en las grandes ciudades e incluso migrar fuera del país. Pero al tratarse de un proyecto que puede ser implementado con miras al mejoramiento de la producción agrícola, no existe inconveniente en este punto de la evaluación de impacto ambiental.

6.9.2.3.3.- Alteraciones del recurso hídrico

- Calidad del agua

Estudios existentes en los diferentes organismos encargados del recurso hídrico en el país, como la SENAGUA o el proyecto IEDECA, indican que la calidad del agua de riego de la acequia Chiquicahua es muy buena y no habrá afectaciones en el rendimientos de los cultivos. Por otro lado la implementación de un sistema de riego tecnificado, en este caso riego por aspersión, en nada tiene que influir en la calidad existente del agua de riego que pasa por la acequia.

- Descarga de efluentes agrícolas, industriales y urbanos

El efluente líquido del agua utilizada con fines de irrigación, industria, uso poblacional y otros usos, debe ser restituido a la naturaleza en condiciones aceptables de calidad, como propuesta sustentable del uso del recurso agua, entendiéndose que todo daño causado al ambiente debe ser compensado y remediado por el causante sin que ello signifique un derecho a contaminar.

La presente propuesta de sistema de riego por aspersión no pretende sumar efluentes al canal principal, más distintos efluentes serán distribuidos en el terreno por motivo de la fertirrigación que se haga, esta condición será analizada en lo correspondiente a las alteraciones que sufra el suelo.

- Contaminación de aguas subterráneas

Además de los peligros de la contaminación por medio de las descargas de efluentes, el sobreriego induce a la contaminación directa e indirecta del agua subterránea. La contaminación directa se produce por efecto de la percolación del agua de riego cargada de sales, compuestos nitrogenados, agroquímicos y residuos de pesticidas. Los principales efectos de la contaminación de las aguas subterráneas se producen por el uso de dichas aguas en el riego, induciendo

problemas de salinización, sodificación, toxicidad y más. Algunas medidas de prevención y mitigación deberán ejecutarse y son: Control periódico de la entrada de aguas cargadas de sales, biocidas, compuestos nitrogenados y otros. Control permanente del uso de la acequia, con el objeto de lograr el uso racional del recurso y evitar su sobreexplotación. Así como esfuerzos en mejorar la eficiencia de riego para disminuir la cantidad de agua “inútil”.

Aunque no fue posible valorar directamente la magnitud del impacto que conlleva esta acción de carácter antrópica, es de importancia suficiente sugerir un uso racional de los diferentes químicos necesarios para la producción agrícola.

6.9.2.3.4.- Alteraciones afines al manejo del sistema

- Salinización del suelo

La saturación y salinización de los suelos son problemas comunes con el riego superficial. La saturación es causada, principalmente, por el drenaje inadecuado y el riego excesivo, y en un grado menor, por fugas de los canales y acequias.

En este caso se reduce en gran medida la saturación y salinización mediante el uso del riego por aspersión, porque se aplica el agua más precisamente, y se puede limitar las cantidades, más fácilmente a los requerimientos de los cultivos.

Por otro lado la alcalinización (acumulación de sodio en los suelos) es una forma, especialmente perjudicial, de salinización que es difícil de corregir. Para ello se prevé un control adecuado de los plaguicidas y demás agroquímicos que se utilizarán.

Tabla 10

RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR MOTIVO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA SECTOR YACULOMA			
Tipo de alteración	Indicador	Grado del impacto	
		Positivo	Negativo
Ciclo hidrológico y /o cuenca	Ejecución obras	Moderado	Bajo
	Deforestación		Bajo
	Erosión		Bajo
Antropomórficas	Paisaje	-	Bajo
	Migración		Bajo
Recurso Hídrico	Calidad	Bajo	Bajo
	Efluentes		Bajo
	Contaminación aguas subterráneas		Bajo
Manejo del sistema	Salinización	-	Bajo
	Inundación		Bajo

6.10.- Análisis económico

Dentro de lo que tiene que ver con la producción que se espera del brócoli, se ha tomado en cuenta una ganancia promedio, ni muy pequeña ni muy abundante, tomando en cuenta también el clima y el entorno socioeconómico.

La producción prevista para una hectárea cualquiera que cumpla con las mismas o parecidas condiciones con que se ha desarrollado esta propuesta, que por cierto son varias en Yaculoma y sus alrededores. Se prevé una producción de 20000Kg, de la que la ganancia será comparada con el costo de producción de la alfalfa de forraje, cultivo muy difundido en la parroquia de Santa Rosa. Adelante se detallan los cálculos de costos y tablas de resumen.

De acuerdo con información proporcionada por técnicos del MAGAP, (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca), en agosto de 2011, el precio actual del brócoli es de 20 centavos de dólar por cada kilogramo, valor que puede fluctuar por la

estación, mercado y demás factores, pudiendo alcanzar precios de hasta 0.55 centavos o incluso más, por lo tanto:

$$20000\text{Kg} * 0.20 \text{ dólares} = \$4000$$

Por otro lado el costo de producción de la alfalfa es por cada 80 libras un valor de 2 dólares (Según MAGAP), sabiendo que por cada metro cuadrado se pueden obtener 3 libras.

Entonces por cada hectárea se puede obtener, en el mejor de los casos y ocupando enteramente todo el espacio disponible, una producción de:

$$3\text{lb}/\text{m}^2 * 10000\text{m}^2 = 30000\text{lb}$$

Si:

$$80 \text{ libras} \longrightarrow \$2.0$$

$$30000\text{lb} \longrightarrow X = 3000\text{lb} * \$2/80\text{lb} = \$750.0$$

Ahora bien, para una hectárea se requiere de 300g de semillas, el costo en el mercado es de 1.5 dólares por onza, necesiándose aproximadamente 11 onzas, es decir 16.50 dólares en semillas. En el caso de la alfalfa el precio de las semillas es 4.50 dólares la libra, como se necesita de tres libras aproximadamente, el gasto en semillas será 13.50 dólares.

La retribución de la producción del brócoli está estimada para cinco meses, la alfalfa puede ser cortada por primera vez a los 3 meses, posteriormente cada 7 semanas aproximadamente.

A continuación se muestra una tabla resumen de los costos de producción en un año.

TABLA 11		
COMPARACIÓN COSTOS DE PRODUCCIÓN EN UN AÑO		
	BRÓCOLI	ALFALFA (FORRAJE)
Semillas (\$)	33.00	27.00
Fertilizantes	150.00	30.00
Producción 12 meses (\$)	8000.00	3000
Total	7817.00	2943

6.10.1.- Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Esto simplemente significa traer del futuro al presente, cantidad monetaria a su valor equivalente en términos formales de evaluación económica. Cuando se trasladan cantidades del presente al futuro se dice que se utiliza una tasa de interés, pero cuando se trasladan cantidades del futuro al presente, como en el caso del VAN, se dice que se utiliza una tasa de descuento, debido a lo que los flujos efectivos ya trasladados al presente se llaman flujos descontados.

La fórmula para el cálculo del VAN es la siguiente:

$$VAN = -P + \frac{FNE1}{(1+i)^1} + \frac{FNE2}{(1+i)^2} + \frac{FNE3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

P = inversión inicial en el año cero = \$5739,00

i = tasa de actualización = 0.12

FNE_n = flujo neto efectivo del año n que corresponde a la ganancia neta después de impuestos en el año n .

En la tabla 11 se anota una ganancia de \$7817,00 en un año, pero no se ha tomado en cuenta el costo del agua de riego e imprevistos, por lo que para el cálculo del VAN en el año cero se tomará una ganancia de \$7700,00, en el primer y siguientes años se tomará una ganancia de \$7000,00 considerando el

mantenimiento que se deberá hacer al sistema. Se considerará además solo cinco años de funcionamiento normal del sistema, sabiendo que pueden ser más.

Tabla 12

Valores del flujo neto efectivo

Año	Ingresos
n	FNE (\$)
1	7700
2	7000
3	7000
4	7000
5	7000

Entonces:

$$\begin{aligned}
 VAN &= -5739 + \frac{7700}{1 + 0.12^1} + \frac{7000}{1 + 0.12^2} + \frac{7000}{1 + 0.12^3} + \frac{7000}{1 + 0.12^4} \\
 &\quad + \frac{7000}{1 + 0.12^4} \\
 &= -5739 + 6875 + 5580.36 + 4982.46 + 4448.63 + 3971.99 \\
 &= 20119.43
 \end{aligned}$$

Si la tasa de actualización fuese 0.25:

El VAN fuese = 13645.96

Si la tasa de actualización fuese 0.40:

El VAN fuese = 9007.15

Si el valor del VAN fuese negativo, significaría que las ganancias no son suficientes para recuperar el dinero invertido. Si el VAN es cero significa que solo se ha recuperado la tasa mínima. Como el van es positivo en este caso significa que en las ganancias se está recuperando la inversión.

6.10.2.- Cálculo del tiempo en que se recuperará la inversión inicial

El tiempo en el que se recuperará la inversión inicial, será calculado mediante los flujos netos de caja, en este caso (incluso como ejercicio didáctico) serán tomados los valores de ingresos antes anotados en la tabla 12.

En este proyecto la inversión inicial es de \$5742,00 y se supone una política de aceptar el proyecto que tenga un periodo inferior a 5 años.

La fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$PIR = T1 + \frac{\Sigma FNC1(T2 - T1)}{\Sigma FNC1 + \Sigma FNC2}$$

Donde:

T1 = límite inferior de recuperación de inversión en años = 4

T2 = límite superior de recuperación de inversión en años = 5

FNC1 = flujos de caja hasta el límite inferior

FNC2 = flujos de caja hasta el límite superior

Año	0	1	2	3	4	5
FNC	-5742	7700	7000	7000	7000	7000

$$\Sigma FNC1 = -5739 + 7700 + 7000 + 7000 + 7000 = 29958$$

$$\Sigma FNC2 = -5739 + 7700 + 7000 + 7000 + 7000 + 7000 = 36958$$

$$PIR = 4 + \frac{29958(5 - 4)}{29958 + 36958}$$

$$PIR = 4.45 \text{ años} = 4 \text{ años } 5 \text{ meses y } 12 \text{ días}$$

Por otro lado, una de las principales metas de esta propuesta, como debería pretender todo proyecto de sistemas de riego tecnificado, es demostrar que la tecnificación del riego repercute directamente en el ahorro de agua y por lo tanto en un uso consciente del líquido vital.

El volumen que pasa por la tercería en la que se ha enfocado este estudio al cabo del turno de riego es de 4184,784m³. De esto 250m³ es el volumen que se entrega a la hectárea en donde se hará el sistema de riego por aspersión. En el cultivo de brócoli a más de la rentabilidad que este conlleva, la cantidad de agua a utilizar bordea los 180m³ a la semana, por lo que es muy claro el ahorro de líquido, mismo que si se utilizara en forma tecnificada como en este caso en el resto de tercerías y comunas, podría servir para el riego de 20 hectáreas aproximadamente. Quedando demostrado el ahorro de agua y por ende la utilidad de esta propuesta.

Materiales de referencia

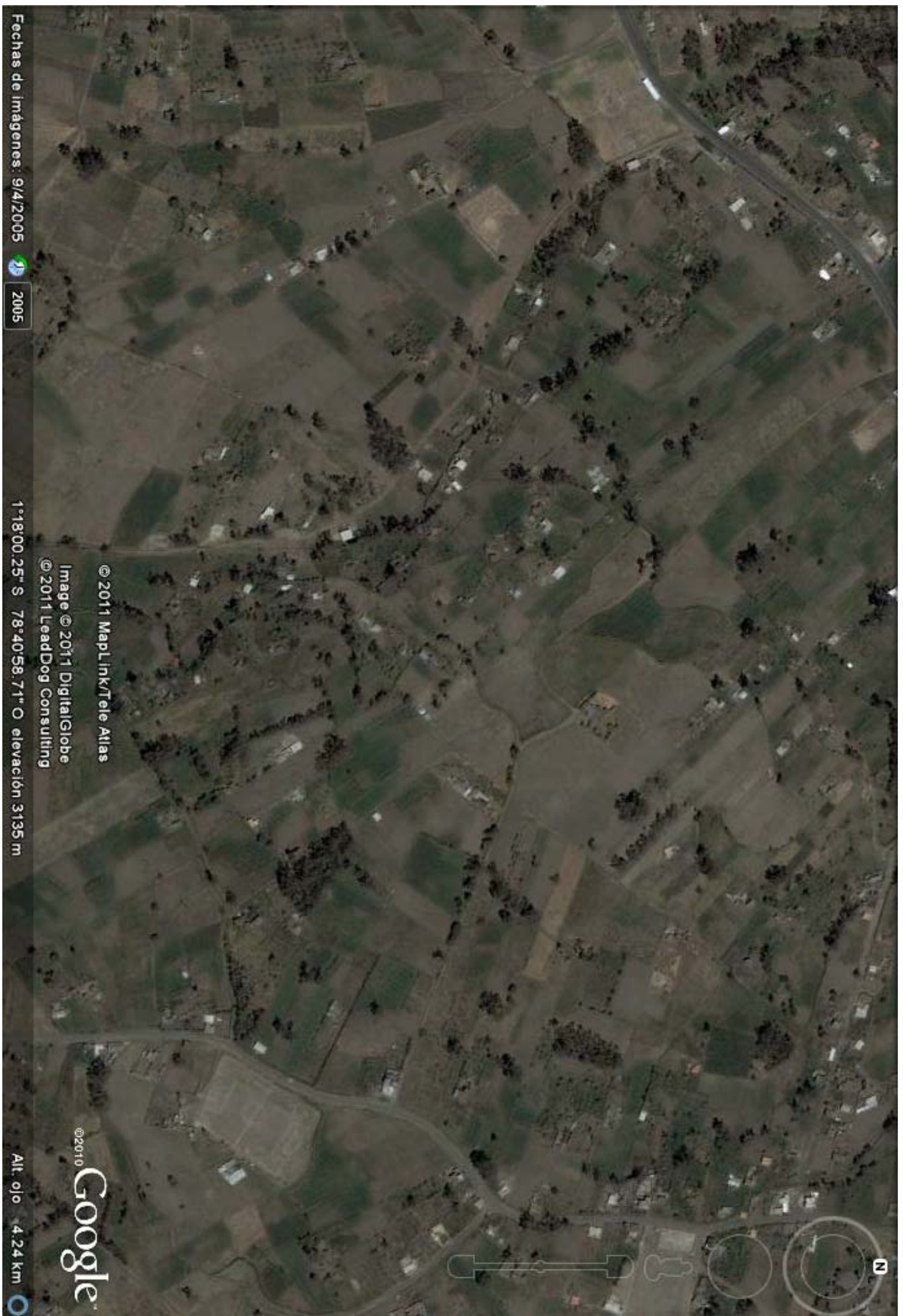
1.- Bibliografía

1. Tesis de grado. Tema: “Diseño del sistema de riego por aspersión para el sector Cooperativa San Vicente de Mulalillo, en la ciudad de Salcedo provincia de Cotopaxi”. Autor: Diego Soria, 2008, Universidad Técnica de Ambato-Ecuador.
2. Tesis de grado. Tema: “Requerimientos hídricos en brócoli (brassica oleracea var. itálica) con dos niveles de N P K”, Autor Edison Tapia, 1997, Universidad Técnica de Ambato-Ecuador.
3. Tesis de Grado: “Manual de Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado” de la Universidad de Talca. Autor: Leonardo Gaete Vergara, 2001.
4. “Riego por aspersión”, G. Castañón Lion. Ediciones Mundi-prensa. Castelló Madrid, 1991.
5. Informe del XI congreso SECH, Albacete 2007 para comprobar el método de la FAO para cálculo de la Evapotranspiración del Brócoli.
6. Construcción de un reservorio de agua. Ing. Agr. Luis Perotti y Luis Esteves. “Proyecto de mejoramiento de Poroto Pallar en fincas de pequeños productores de los valles Calchaquíes de Salta”. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria. España.
7. “Riego y Drenaje. Manual para educación agropecuaria”. Berlijn, Johan D. Editorial Trillas. México1990.
8. www.hidrotecnologia.com.ec
9. www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm
10. www.angelfire.com

11. <http://www.iwmi.cgiar.org/publications>

2.- Anexos

1. Vista satelital de Yaculoma Santa Rosa (área de influencia del proyecto) y parte del recorrido de la acequia Chiquicahua, proporcionada por Google Earth.
2. Carta Topográfica del área de influencia de la propuesta y recorrido del sistema Chiquicahua elaborada en el programa “GIS”.
3. Levantamiento topográfico del terreno en Yaculoma e implantación del sistema.
4. Perfil del terreno.
5. Plano de la obra de captación y reservorio, en planta y corte.
6. Arreglo de aspersores y accesorios.

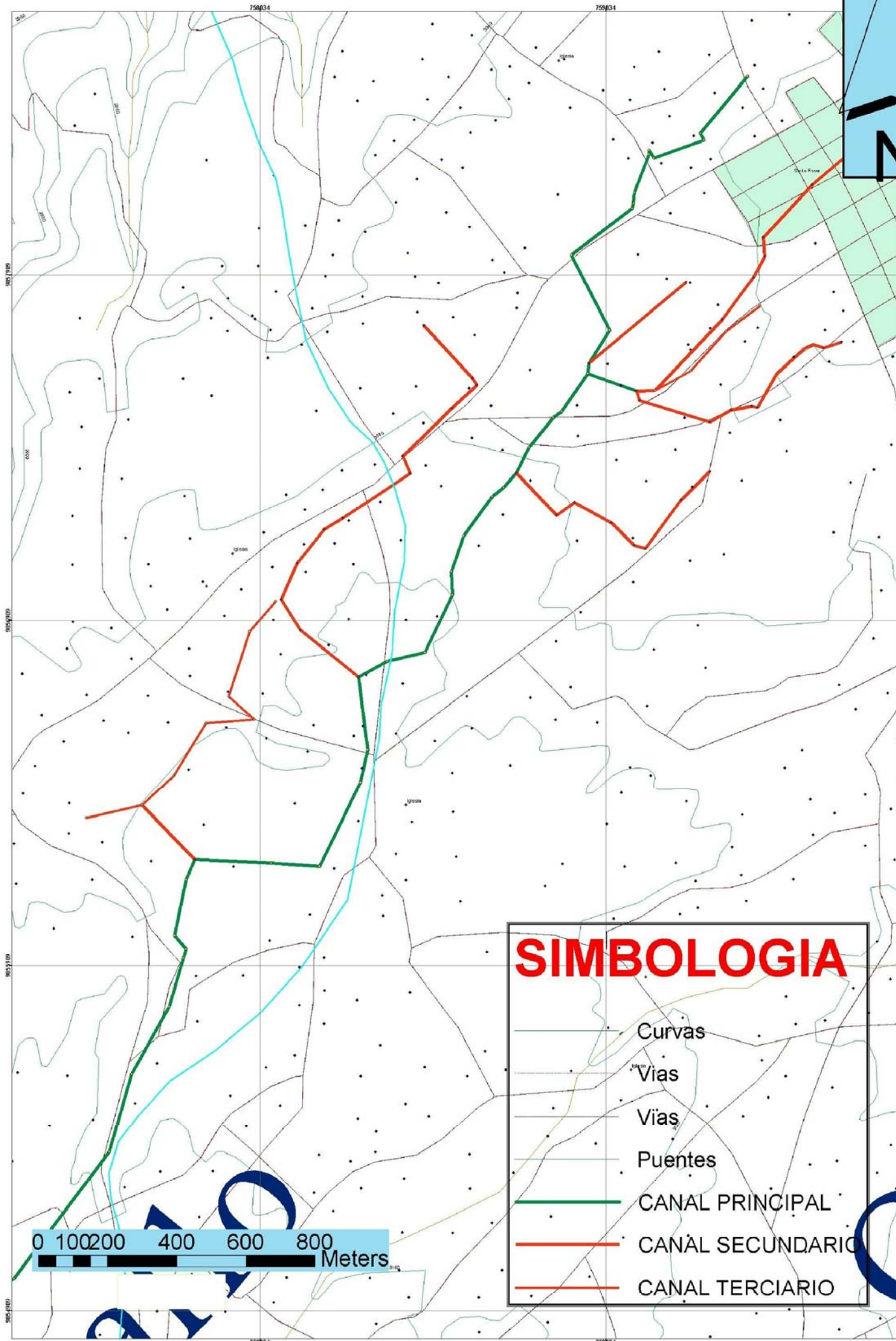


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

PROYECTO: **RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA**
 Condiciones: *Nota satelital de Yasacama (Santa Rosa), parte del recorrido de la escopla Chiquitana por GOOGLE EARTH Año 1*
PREVIAMENTE A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

DIBUJO: <hr/> <i>Diego Saltos S.</i>	FECHA: AGOSTO/2011	LÁMINA: 1 / 6
	ESCALA: SIN ESCALA	

CHIQUICAHUA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: **RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA**
Cuando CADA UNIDAD DEL AREA DE DISEÑO DE LA PROPUESTA Y RECEPCION DEL SISTEMA OPERACIONAL PARA EL 2011
PREVIAMENTE A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO CIVIL

DIBUJO:

Diego Saltos S.

FECHA:

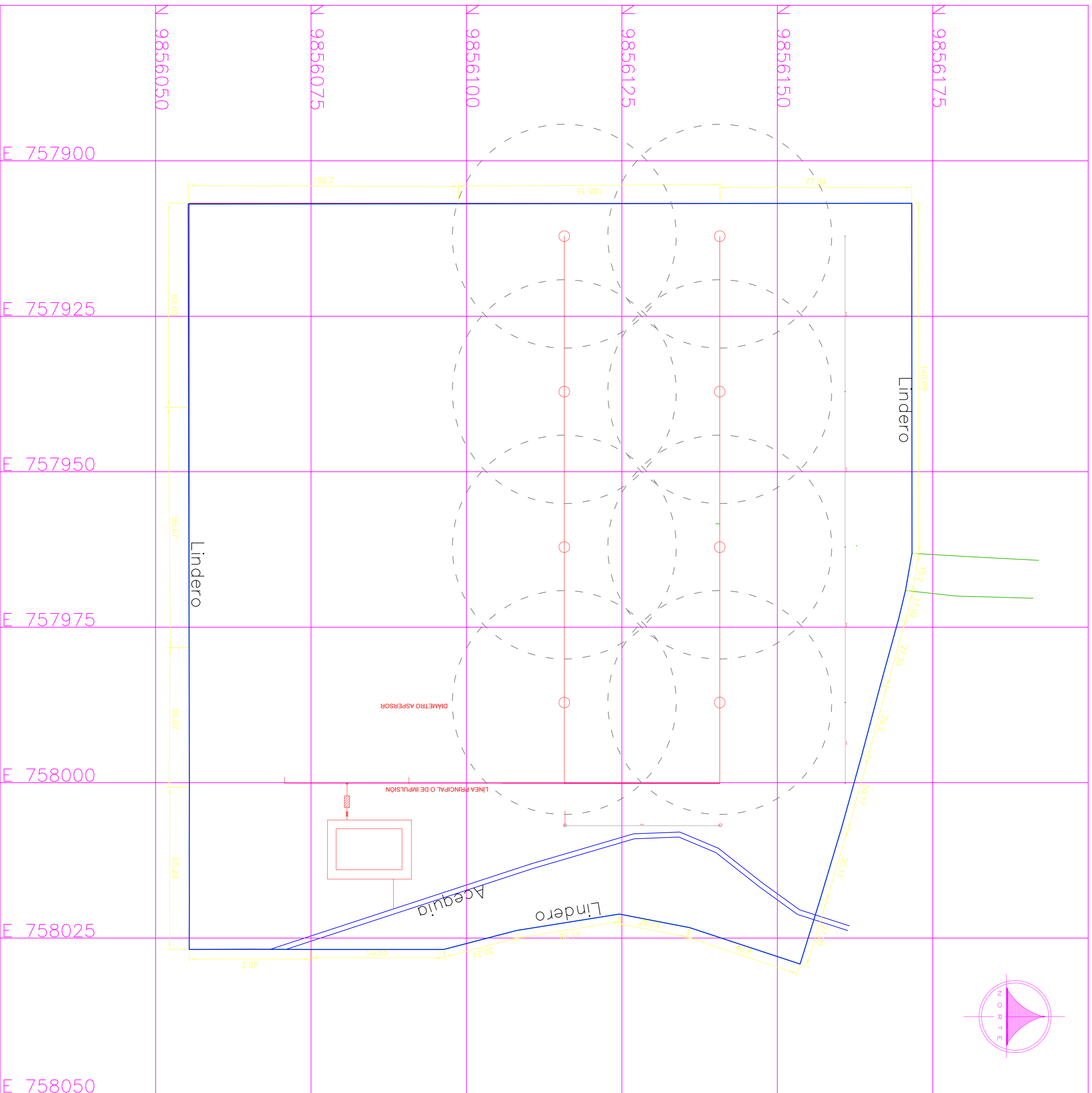
AGOSTO/2011

LÁMINA:

2 / 6

ESCALA:

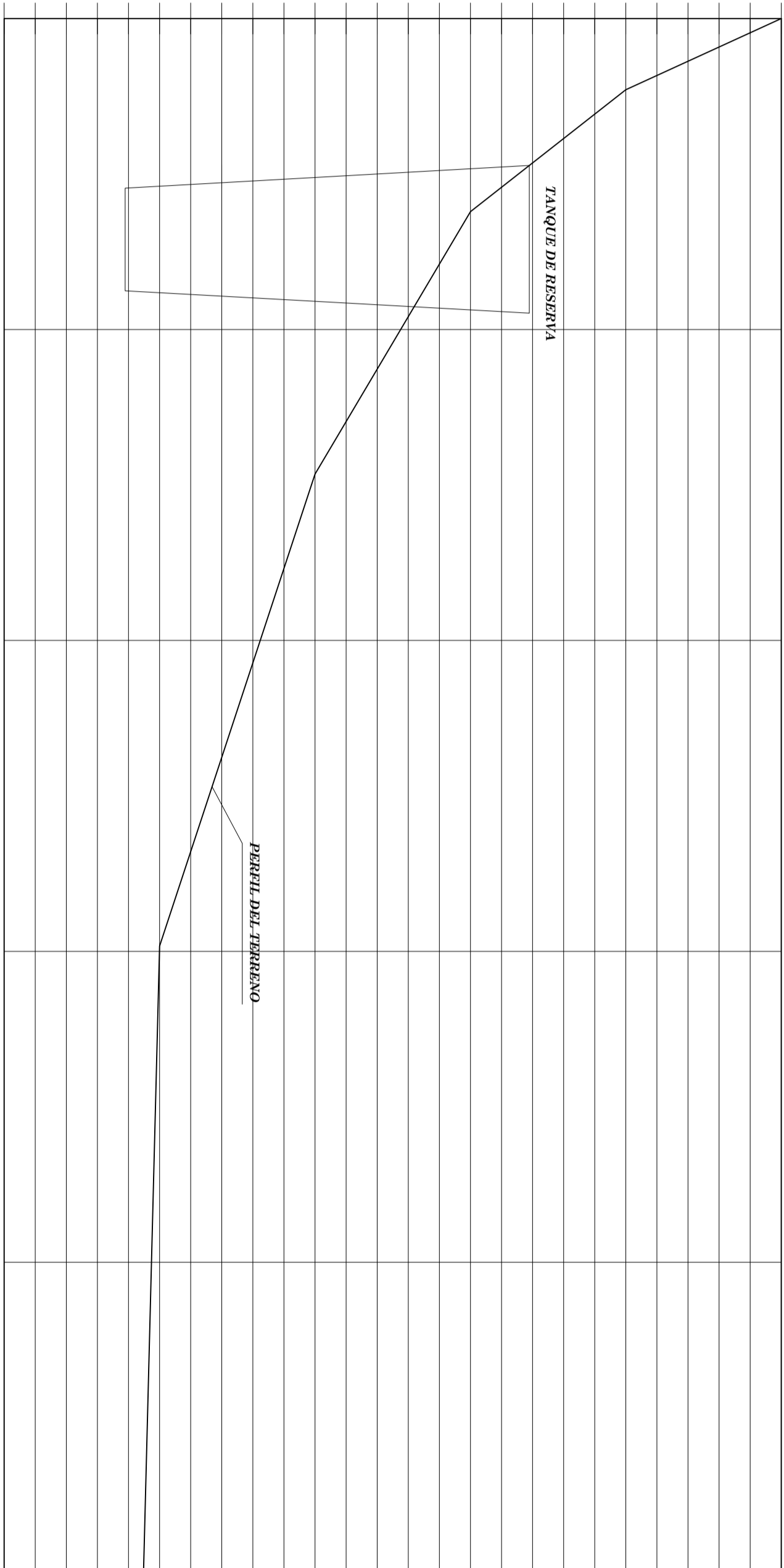
SIN ESCALA



ELIPSOIDE INTERNACIONAL DATUM SAM 56

<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FAULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p>		
<p>PROYECTO: RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA <i>Diagnóstico, levantamiento topográfico en topografía e implementación del sistema Anexo 3</i> PREVIÓ A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO CIVIL</p>		
DIBUJO:	FECHA:	LÁMINA:
Diego Santos S.	AGOSTO/2011	3 / 6
	ESCALA:	
	1:400	

3062.00
3061.00
3060.00
3059.00
3058.00
3057.00



ABSCISADO
COTA TERRENO

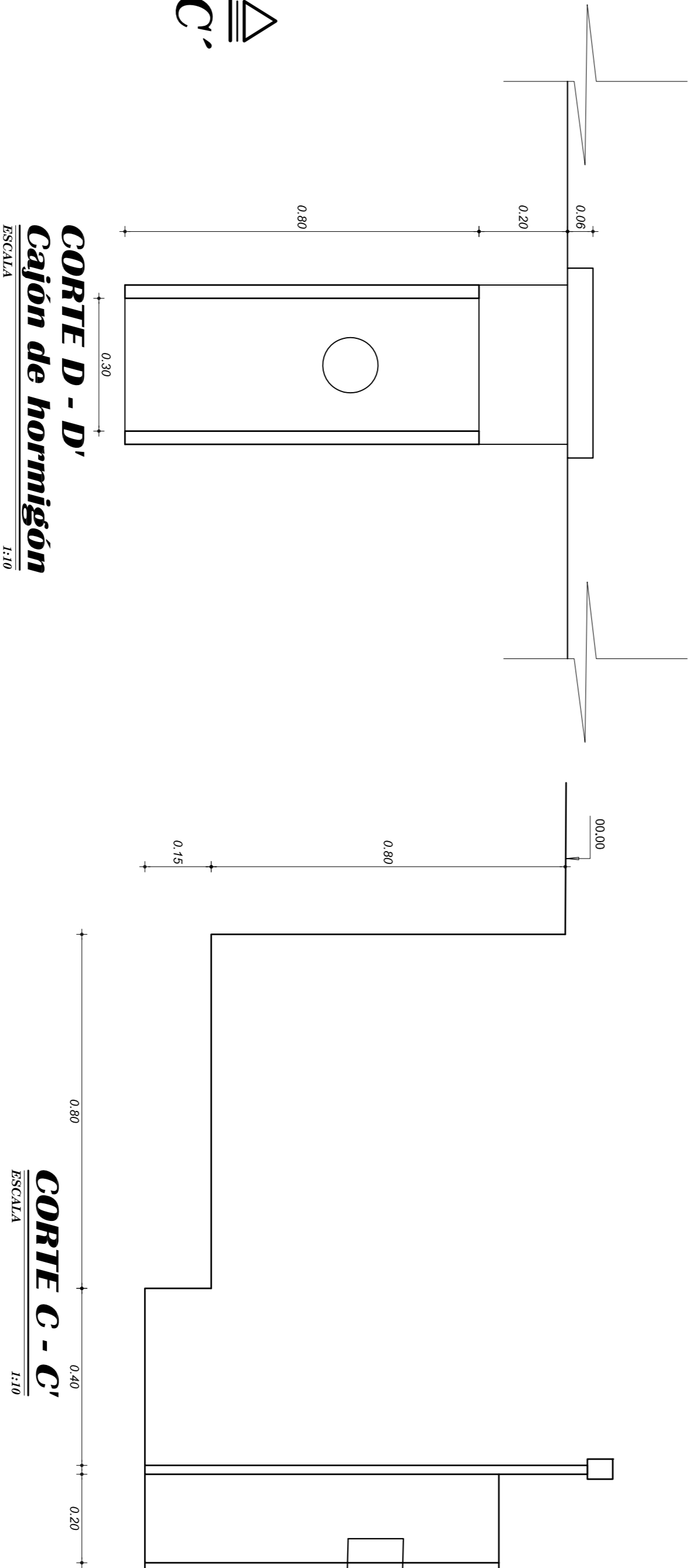
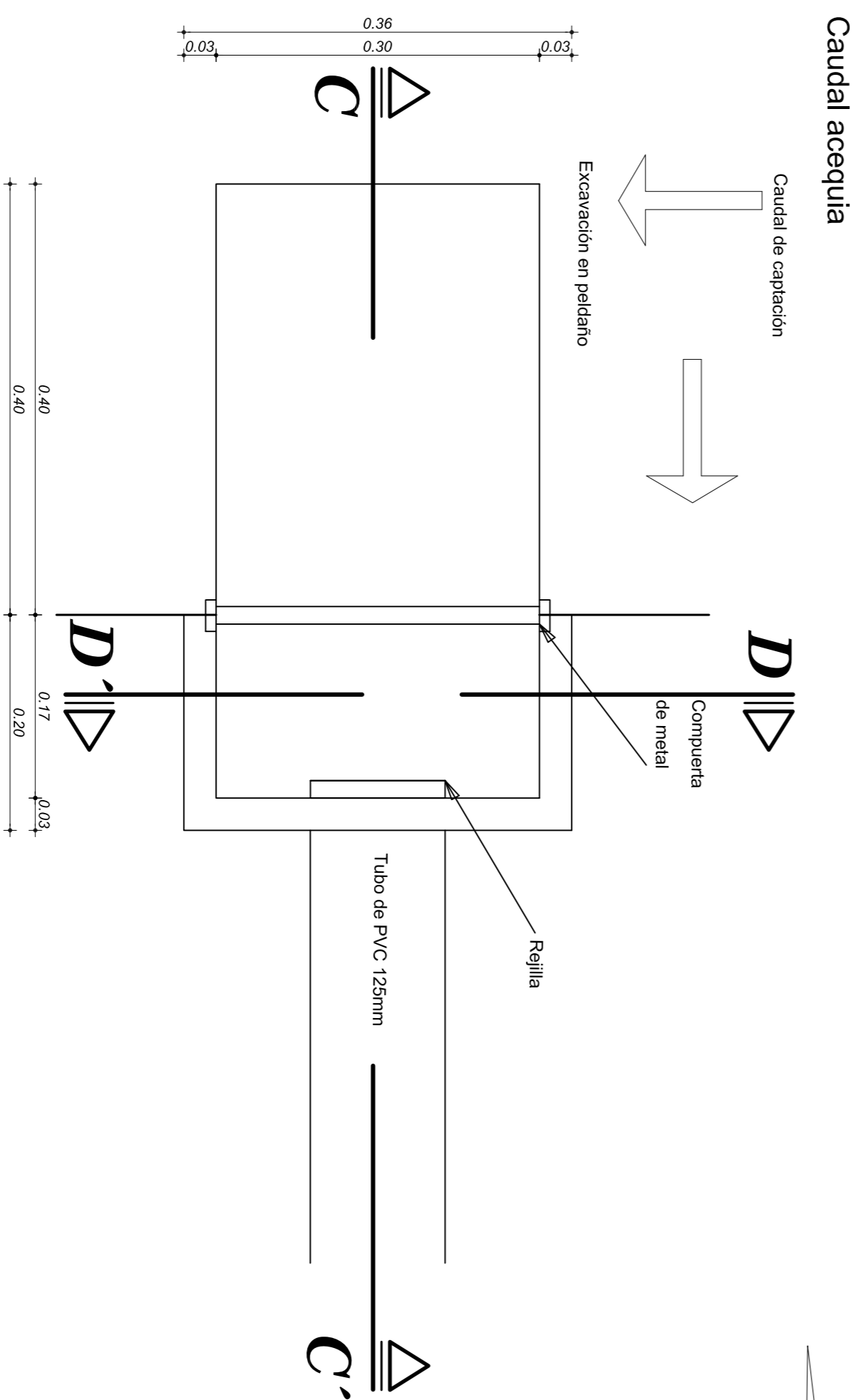
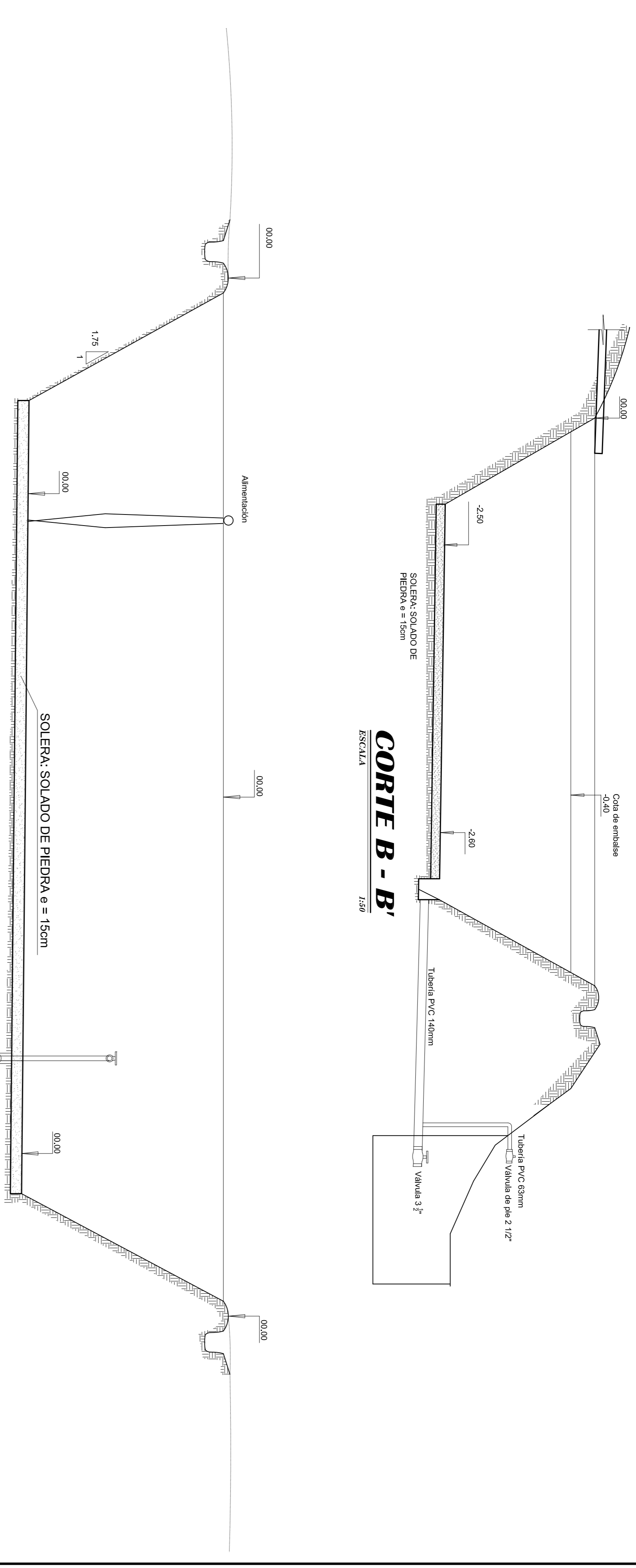
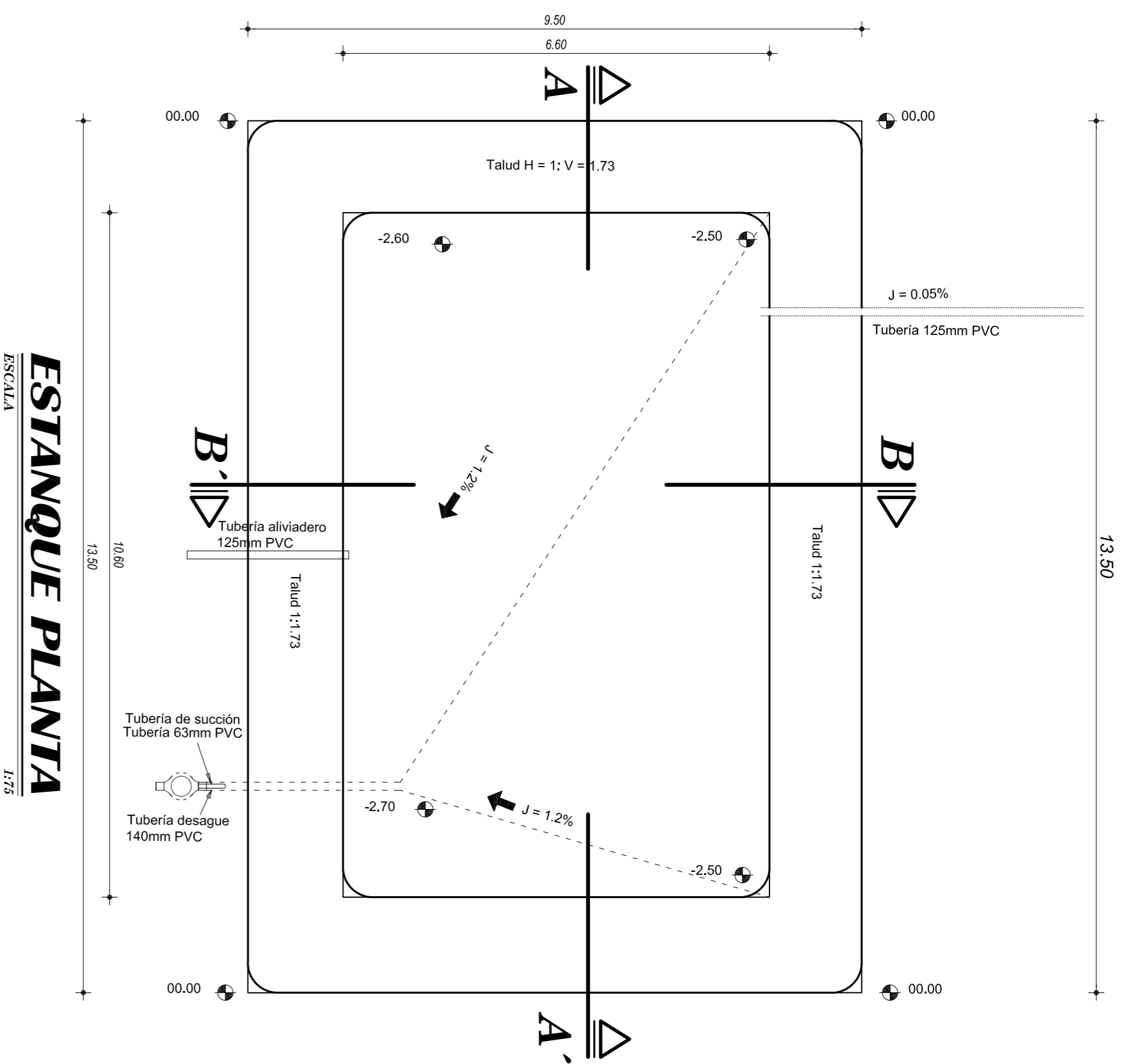
3,062.00	0+000.00
2799,21	0+020.00
2798,37	0+040.00
2797,62	0+060.00
2796,80	0+080.00
2796,01	0+100.00

PERFIL DEL TERRENO TIPO UTILIZADO EN ESTA PROPUESTA

ESCALA HORIZONTAL.
ESCALA VERTICAL.

1:300
1:30

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA Contiene: Perfil del terreno Anexo 4 PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO CIVIL		
DIBUJO: <hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: auto;"/> Diego Saltos S.	FECHA: AGOSTO/2011	4 / 6
	ESCALA: H: 1:300 V: 1:30	



VOLUMEN DE OBRA	
Levantamiento capa vegetal	152.25m ²
Excavación cajón y tubería	253.12m ³
Empedrado	69.96m ²
Hormigón simple f'c = 140kg/cm ²	0.017m ³
Tubería PVC Ø = 63mm	7.7m
Tubería PVC Ø = 125mm	7.50m
Tubería PVC Ø = 140mm	4m
Manguera Ø = 40mm	182m
Tubería PVC Ø = 140mm	6m

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El hormigón simple se elaborará con cemento Portland tipo 1 cuya resistencia será f'c = 140kg/cm².

El talud del paramento mojado será rebajado a mano.

En la sclera del reservorio se colocará solado de piedra de 15cm de espesor.

CAPTACIÓN PLANTA

ESCALA

1:5

CORTE D - D'

ESCALA

1:10

CORTE C - C'

ESCALA

1:10

CORTE A - A'

ESCALA

1:50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

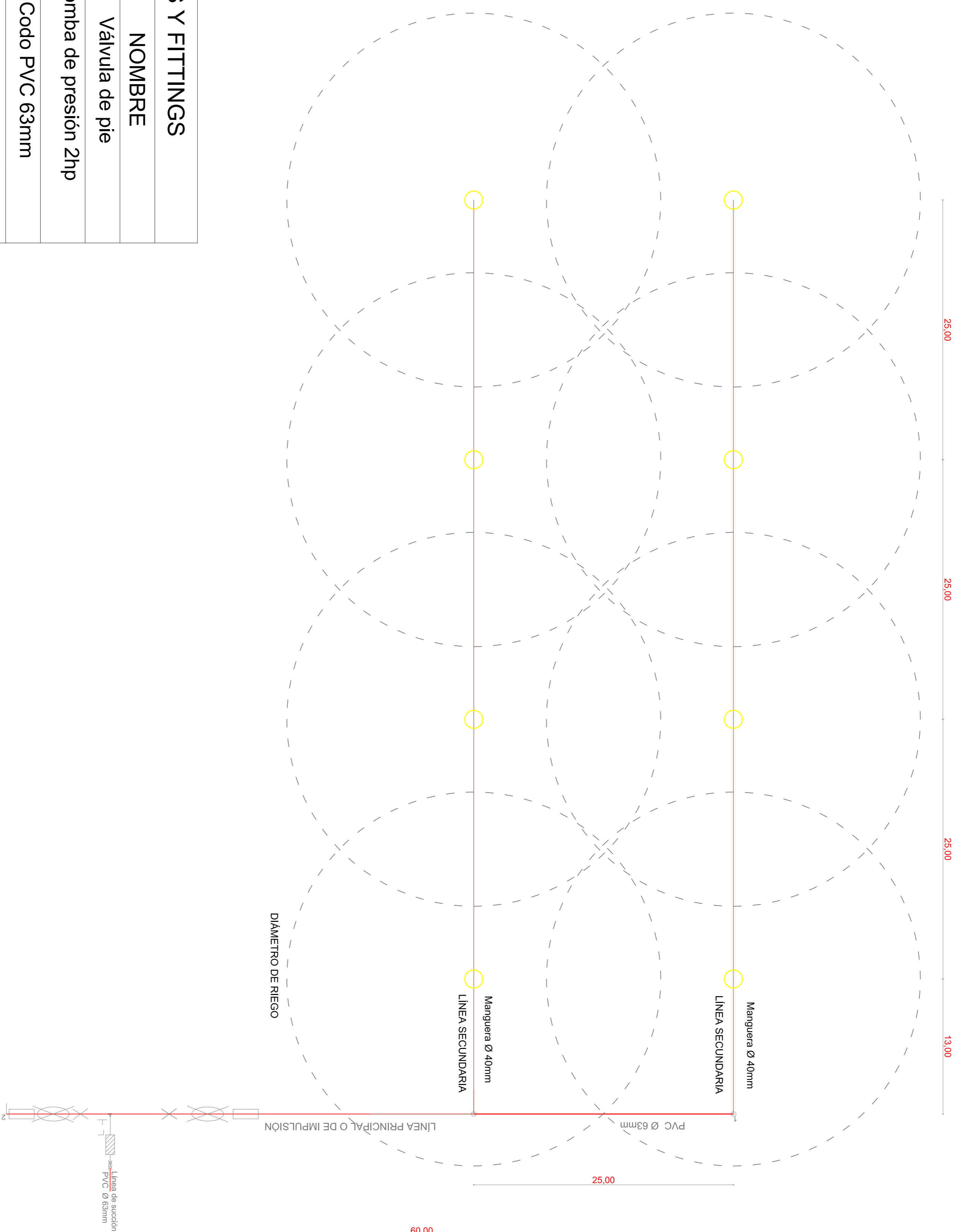
PROYECTO: **IRIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARROQUIA SANTA ROSA**
 Contenido: *Planis, cortes, implantación, detalles de reservorio y captación. Anexo 5*
PREMIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

DIBUJO: **Diego Salinas S.**

FECHA: **AGOSTO/2011**

ESCALA: **INDICADAS**

LÁMINA: **5 / 6**



ACCESORIOS Y FITTINGS	
SIMBOLOGÍA	NOMBRE
	Válvula de pie
	Bomba de presión 2hp
	Codo PVC 63mm
	Válvula de cierre 2 1/2"
	T PVC 63mm
	Filtro de anillas Iritec
	Válvula de retención 2 1/2"
	Manómetro
	Collarín 63mm contracción
	Aspersor Naam 5035 y Ciberplazón tipo T de 40mm
	Tapones para tubo PVC 63mm

1; 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA PARRQUIA SANTA ROSA		
Contiene: Arreglo aspersores y accesorios Anexo 6		
PREVIÓ A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO CIVIL		
DIBUJO:	FECHA:	LÁMINA:
Diego Salas S.	AGOSTO/2011	6 / 6
ESCALA:		
1:250		